

GRZIMEKS TIERLEBEN



WEICHTIERE
STACHELHÄUTER



ENZYKLOPÄDIE DES TIERREICHS IN 13 BÄNDEN

herausgegeben von Bernhard Grzimek

Band 1-3

NIEDERE TIERE
INSEKTEN
WEICHTIERE UND STACHELHÄUTER

Band 4-6

FISCHE 1
FISCHE 2 UND LURCHE
KRIECHTIERE

Band 7-9

VÖGEL

Band 10-13

SÄUGETIERE

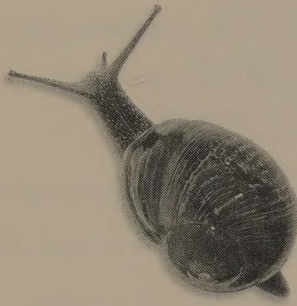
Farbtafeln und Farbfotos mit mehr als 8.000 Tierdarstellungen
Über 2.000 Textabbildungen

GRZIMEKS TIERLEBEN

ENZYKLOPÄDIE DES TIERREICHS

Band 3

WEICHTIERE UND STACHELHÄUTER



Bechtermünz

Lizenzausgabe für Weltbild Verlag, Augsburg 2000
mit Genehmigung der Droemerschens Verlagsanstalt Th. Knaur Nachf. GmbH & Co., München
Copyright © Erbgemeinschaft Grzimek

Umschlaggestaltung: Gestaltungsbüro Uhlig, Augsburg
Umschlagfotos: Herzmuscheln (Hans Reinhard, OKAPIA, Frankfurt a.M.)
Schnecke (Photodisc)

Druck und Bindung: Appl, Wemding

Unveränderter Nachdruck der dtv-Ausgabe von 1979/80

Printed in Germany
ISBN 3-8289-1603-1

HERAUSGEBER UND VERFASSER

DR. DR. H. C. BERNHARD GRZIMEK

Professor, Justus-Liebig-Universität Gießen

Beauftragter der Bundesregierung für Angelegenheiten des Naturschutzes

Direktor des Zoologischen Gartens Frankfurt a. M.

UND

DR. MICHAEL ABS

Kustos an der Ruhr-Universität BOCHUM

DR. SÁLIM ALI

Bombay Natural History Society BOMBAY

DR. RUDOLF ALTEVOGT

Professor und Abteilungsvorsteher, Zoologisches Institut der Universität MÜNSTER

DR. RENATE ANGERMANN

Kustos, Institut für Spezielle Zoologie der Humboldt-Universität BERLIN

EDWARD A. ARMSTRONG, M. A.

Cambridge University CAMBRIDGE

DR. FRANZ BACHMAIER

Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates MÜNCHEN

DR. PEDRU BANARESCU

Academia RSR, Institutul de Biologie »Trajan Savulescu« BUKAREST

DR. A. G. BANNIKOW

Professor, Veterinärmedizinisches Institut MOSKAU

DR. HILDE BAUMGÄRTNER

Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates MÜNCHEN

C. W. BENSON

Department of Zoology, Cambridge University CAMBRIDGE

DR. ANDREW BERGER

Chairman, Department of Zoology, University of Hawaii HONOLULU

DR. J. BERLIOZ

Muséum National d'Histoire Naturelle PARIS

DR. RUDOLF BERNDT

Leiter der Außenstation Braunschweig für Populationsökologie, Vogelwarte Helgoland BRAUNSCHWEIG

DIETER BLUME

Biologielehrer an der Freiherr-vom-Stein-Schule GLADENBACH

DR. MAXIMILIAN BOECKER

Zoologisches Forschungsinstitut und Museum A. Koenig BONN

DR. CARL-HEINZ BRANDES

Kustos, Leiter des Aquariums, Überseemuseum BREMEN

DR. HEINZ BRÜLL

Leiter der Forschungsstation Wild, Wald und Flur HARTENHOLM

DR. HERBERT BRUNS

Leiter des Instituts für Biologie und Lebensschutz SCHLANGENBAD

HANS BUB

Institut für Vogelforschung »Vogelwarte Helgoland« WILHELMSHAVEN

A. H. CHISHOLM SYDNEY

HERBERT THOMAS CONDON

Curator of Birds, South Australian Museum ADELAIDE

Dozent und Leiter der Arbeitsgruppe für Verhaltensforschung an der Ruhr-Universität	DR. EBERHARD CURIO	BOCHUM
Dierfysiologisch Laboratorium, Universiteit van Amsterdam	DR. SERGE DAAN	AMSTERDAM
Professor, Direktor des Tierparks und der Zoologischen Forschungsstelle der Deutschen Akademie der Wissenschaften	DR. HEINRICH DATE	BERLIN
Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	DR. WOLFGANG DIERL	MÜNCHEN
Zoologisches Forschungsinstitut und Museum A. Koenig	DR. FRITZ DIETERLEIN	BONN
o. Professor, Pädagogische Hochschule	DR. ROLF DIRCKSEN	BIELEFELD
Biologielehrer am Gymnasium	JOSEF DONNER	KATZELSDORF/ÖSTERREICH
Professor, Muséum National d'Histoire Naturelle	DR. JEAN DORST	PARIS
Privat-Dozent, Oberkustos am Zoologischen Institut der Universität	DR. GERTI DÜCKER	MÜNSTER
Zoologisches Staatsinstitut und Museum	DR. MICHAEL DZWILLO	HAMBURG
Dozent, Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie	DR. IRENÄUS EIBL-EIBESFELDT	SEEWIESEN/OBB.
Professor, Direktor des Zoologischen Forschungsinstituts und Museums A. Koenig	DR. MARTIN EISENTRAUT	BONN
Schweizerisches Tropeninstitut	DR. EBERHARD ERNST	BASEL
Direktor, Muséum National d'Histoire Naturelle	R.-D. ETCHECOPAR	PARIS
Direktor des Dominion Museum	DR. R. A. FALLA	WELLINGTON/NEUSEELAND
Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	DR. HUBERT FECHTER	MÜNCHEN
Universitätsdozent, Direktor des Tiergartens Schönbrunn	DR. WALTER FIEDLER	WIEN
Tierinspektor, Tierpark	WOLFGANG FISCHER	BERLIN
Zoologischer Garten	DR. HANS FRÄDRICH	BERLIN
o. Professor, Direktor des Biologischen Instituts der Medizinischen Fakultät, Universität	DR. HANS-ALBRECHT FREYE	HALLE A. D. S.
Diplom-Biologe, Leiter der Reptilien- und Amphibiensammlung des Kulturhistorischen Museums Magdeburg	GÜNTHER E. FREYTAG	BERLIN
Direktor, Los Angeles County Museum of Natural History	DR. HERBERT FRIEDMANN	LOS ANGELES
Professor, Übersee-Museum	DR. H. FRIEDRICH	BREMEN
Zoologisch Laboratorium, Universiteit van Amsterdam	DR. JAN FRIJLINK	AMSTERDAM

DR. DR. H. C. KARL VON FRISCH
o. Professor em., Direktor i. R. des Zoologischen Instituts der Universität MÜNCHEN

DR. H. J. FRITH
Abteilungsleiter im Forschungsinstitut der C.S.I.R.O. CANBERRA

DR. CARL GANS
Professor, Department of Biology, State University of New York BUFFALO NY

DR. RUDOLF GEIGY
Professor, Direktor des Schweizerischen Tropeninstituts BASEL

DR. JACQUES GERY ST. GENIES

DR. WOLFGANG GEWALT
Direktor des Tierparks DUISBURG

DR. VIKTOR GOERTTLER
Professor em., Universität JENA

DR. FRIEDRICH GOETHE
Direktor des Instituts für Vogelforschung »Vogelwarte Helgoland« WILHELMSHAVEN

DR. ULRICH F. GRUBER
Herpetologische Abteilung, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum A. Koenig BONN

DR. H. R. HAEFELFINGER
Naturhistorisches Museum BASEL

DR. THEODOR HALTENORTH
Leiter der Säugetierabteilung, Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates MÜNCHEN

BARBARA HARRISON
Sarawak-Museum Kuching/Borneo ITHACA, NEW YORK

DR. FRANÇOIS HAVERSCHMIDT
Obergerichts-Präsident i. R. PARAMARIBO

DR. HEINZ HECK
Direktor der Catskill Game Farm CATSKILL NY

DR. LUTZ HECK
Professor, Direktor i. R. des Zoologischen Gartens Berlin WIESBADEN

DR. DR. H. C. HEINI HEDIGER
Professor, Direktor des Zoologischen Gartens ZÜRICH

DR. DIETRICH HEINEMANN
Direktor a. D. des Zoologischen Gartens Münster/Westfalen DÖRNIGHEIM

DR. HELMUT HEMMER
Institut für Physiologische Zoologie der Universität MAINZ

DR. W. G. HEPTNER
Professor, Zoologisches Museum der Universität MOSKAU

DR. KONRAD HERTER
o. Professor em., Direktor i. R. des Zoologischen Instituts der Freien Universität BERLIN

DR. HANS RUDOLF HEUSSER
Assistent am Zoologischen Museum der Universität ZÜRICH

DR. EMIL OTTO HÖHN
Associate Professor of Physiologie, University of Alberta EDMONTON/KANADA

DR. W. HOHORST
Professor, Leiter des Parasitologischen Instituts der Farbwerke Hoechst AG FRANKFURT-HÖCHST

DR. FOLKHART HÜCKINGHAUS
Dr. Senckenbergische Anatomie der Universität FRANKFURT A. M.

FRANÇOIS HÜE
Muséum National d'Histoire Naturelle PARIS

DR. JUNICHIRO ITANI
The Kyoto University KYOTO/JAPAN

DR. RICHARD F. JOHNSTON Professor of Zoology, The University of Kansas	LAWRENCE
DR. PAUL KÄHSBAUER Kustos, Naturhistorisches Museum, Fische Sammlung	WIEN
DR. LUDWIG KARBE Zoologisches Staatsinstitut und Museum	HAMBURG
DR. N. N. KARTASCHEW Dozent, Biologische Fakultät Lomonossow Staatsuniversität	MOSKAU
DR. MASAO KAWAI Primatenforschungsinstitut, Kyoto University	INUYAMA/JAPAN
DR. ERNST F. KILIAN Professor, Universität Gießen und Catedratico Universidad Austral, Valdivia-Chile	GIESSEN
DR. RAGNAR KINZELBACH Institut für Allgemeine Zoologie der Universität	MAINZ
DR. HEINRICH KIRCHNER Landwirtschaftsrat i. R.	BAD OLDESLOE
DR. ROSI KIRCHSHOFER Zoologischer Garten und Universität	FRANKFURT A. M.
DR. WOLFGANG KLAUSEWITZ Kustos, Natur-Museum und Forschungs-Institut Senckenberg	FRANKFURT A. M.
DR. KONRAD KLEMMER Kustos, Natur-Museum und Forschungs-Institut Senckenberg	FRANKFURT A. M.
DR. HEINZ-GEORG KLÖS Direktor des Zoologischen Gartens	BERLIN
URSULA KLÖS Zoologischer Garten	BERLIN
DR. OTTO KOEHLER o. Professor em., Zoologisches Institut der Universität	FREIBURG I. BR.
DR. KURT KOLAR Institut für Vergleichende Verhaltensforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften	WIEN
DR. CLAUD KÖNIG Staatliche Vogelschutzwarte für Baden-Württemberg	LUDWIGSBURG
DR. ADRIAAN KORTLANDT Zoologisch Laboratorium, Universiteit van Amsterdam	AMSTERDAM
DR. HELMUT KRAFT Professor, Wissenschaftlicher Rat an der Medizinischen Tierklinik der Universität	MÜNCHEN
DR. HELMUT KRAMER Zoologisches Forschungsinstitut und Museum A. Koenig	BONN
DR. FRANZ KRAPP Zoologisches Institut der Universität	FREIBURG/SCHWEIZ
DR. OTTO KRAUS o. Professor, Direktor des Zoologischen Staatsinstituts und Museums	HAMBURG
DR. DR. HANS KRIEG Professor, 1. Direktor i. R. der Wissenschaftlichen Sammlungen des Bayerischen Staates	MÜNCHEN
DR. HEINRICH KÜHL Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Laboratorium Cuxhaven	CUXHAVEN
DR. OSKAR KUHN Professor, früher Universität Halle/Saale	MÜNCHEN
DR. HANS KUMERLOEVE Erster Direktor a. D. der Wissenschaftlichen Staatsmuseen Wien	MÜNCHEN

	DR. NAGAMICHI KURODA Ornithologisches Institut Yamashina, Shibuya-ku	TOKIO
	DR. FRED KURT Zoologisches Museum der Universität Zürich, Smithsonian Elephant Survey	COLOMBO
Professor, Hauptkustos, Universität Hamburg, Zoologisches Institut und Museum	DR. WERNER LADIGES	HAMBURG
	DR. ERNST M. LANG Privat-Dozent, Direktor des Zoologischen Gartens	BASEL
	LEO LEHTONEN Magister, Wissenschaftl. Schriftsteller	HELSINKI
	BERND LEISLER Zweites Zoologisches Institut der Universität	WIEN
o. Professor, Direktor des Instituts für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft der Universität	DR. KURT LILLELUND	HAMBURG
	R. LIVERSIDGE Alexander MacGregor Memorial Museum	KIMBERLEY/S. A.
Professor, Direktor am Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie	DR. DR. KONRAD LORENZ	SEEWIESEN/OBB.
	DR. DR. MARTIN LÜHMANN Bundesforschungsanstalt für Kleintierzucht	CELLE
	DR. JOHANNES LÜTTSCHWAGER Oberstudienrat a. D.	HEIDELBERG
	DR. WOLFGANG MAKATSCH	BAUTZEN
o. Professor, Direktor des Zoologischen Instituts der Technischen Hochschule	DR. HUBERT MARKL	DARMSTADT
	BASIL J. MARLOW B. Sc. (Hons.), Kurator, Australian Museum	SYDNEY
	DR. THEODOR MEBS Biologielehrer	WEISSENHAUS/OSTSEE
Kustos der Vogelabteilung des Rijksmuseum van Natuurlijke Historie	DR. GERLOF FOKKO MEES	LEIDEN
	HERMANN MEINKEN Leiter der Fischbestimmungsstelle des VDA	BREMEN
	DR. WILHELM MEISE Hauptkustos, Zoologisches Staatsinstitut und Museum	HAMBURG
	DR. HANS-JOACHIM MESSTORFF Außenstelle der Bundesforschungsanstalt für Fischerei	BREMERHAVEN
Professor, Polnische Akademie der Wissenschaften, Institut für Systematische und Experimentelle Zoologie	DR. MARIAN MLYNARSKI	KRAKAU
	DR. WALBURGA MOELLER Naturkunde-Museum	BAMBERG
Kustos i. R. des Zoologischen Staatsinstituts und Museums	DR. H. C. ERNA MOHR	HAMBURG
	DR. KARL-HEINZ MOLL	WAREN/MÜRITZ
Professor am Institut für Jagdkunde der Universität Göttingen	DR. DETLEV MÜLLER-USING	HANNOVERSCH MÜNDE
	WERNER MÜNSTER Fachlehrer für Biologie	EBERSBACH

DR. JOACHIM MÜNZING Altonaer Museum	HAMBURG
DR. WILBERT NEUGEBAUER Wilhelma-Zoo	STUTTGART- BAD CANNSTATT
DR. IAN NEWTON Senior Scientific Officer, The Nature Conservancy	EDINBURGH
DR. JÜRGEN NICOLAI Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie	SEEWIESEN/OBB.
DR. GÜNTHER NIETHAMMER Professor, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum A. Koenig	BONN
DR. BERNHARD NIEVERGELT Zoologisches Museum der Universität	ZÜRICH
DR. C. C. OLROG Instituto Miguel Lillo San Miguel de Tucumán	TUCUMÁN
ALWIN PEDERSEN Säugetier- und Polarforscher	HOLTE/DÄNEMARK
DR. DIETER STEFAN PETERS Diplom-Biologe, Natur-Museum und Forschungs-Institut Senckenberg	FRANKFURT A. M.
DR. NICOLAUS PETERS Wissenschaftlicher Rat und Privat-Dozent am Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft der Universität	HAMBURG
DR. HANS-GÜNTER PETZOLD Stellvertretender Direktor des Tierparks	BERLIN
DR. RUDOLF PIECHOCKI Dozent, Zoologisches Institut der Universität	HALLE A. D. S.
DR. IVO POGLAYEN-NEUWALL Direktor des Zoologischen Gartens	LOUISVILLE/KENTUCKY
DR. EGON POPP Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	MÜNCHEN
DR. DR. H. C. ADOLF PORTMANN o. Professor em., Zoologische Anstalt der Universität	BASEL
HANS PSENNER Professor, Direktor des Alpenzoos	INNSBRUCK
DR. HEINZ-SIGURD RAETHEL Oberveterinärarzt	BERLIN
DR. URS H. RAHM Generaldirektor des Instituts I.R.S.A.C.	LWIRO/KONGO
DR. WERNER RATHMAYER Abteilungsleiter im Fachbereich Biologie, Universität	KONSTANZ
DR. H. H. REINSCH Bundesforschungsanstalt für Fischerei	BREMERHAVEN
DR. BERNHARD RENSCH o. Professor em., Zoologisches Institut der Universität	MÜNSTER
DR. VERNON REYNOLDS Dozent, Department of Sociology, Universität	BRISTOL
DR. RUPERT RIEDL Professor, Department of Zoology, University of North Carolina	CHAPEL HILL N.C./USA
DR. PETER RIETSCHEL Professor i. R., Zoologisches Institut der Universität	FRANKFURT A. M.

DR. SIEGFRIED RIETSCHEL Kustos, Natur-Museum und Forschungs-Institut Senckenberg	FRANKFURT A. M.
HERBERT RINGLEBEN Institut für Vogelforschung »Vogelwarte Helgoland«	WILHELMSHAVEN
DR. K. ROHDE Institut für Allgemeine Zoologie der Ruhr-Universität	BOCHUM
DR. ANTON E. M. DE ROO Koninklijk Museum voor Midden-Afrika	TERVUREN
DR. HUBERT SAINT-GIRONS Direktor, Centre National de la Recherche Scientifique	PARIS
DR. LUITFRIED VON SALVINI-PLAWEN Erstes Zoologisches Institut der Universität	WIEN
DR. KURT SANFT Oberstudienrat, Diesterweg-Gymnasium	BERLIN
DR. E. G. FRANZ SAUER Professor, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig und Universität	BONN
DR. ELEONORE M. SAUER Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig und Universität	BONN
DR. ERNST SCHÄFER vormals Leiter der Estación Biológica de Rancho Grande und Professor der Universidad Central, Caracas, Venezuela z. Z. Kustos am Niedersächsischen Landesmuseum	HANNOVER
DR. FRIEDRICH SCHALLER o. Professor, Vorstand des Ersten Zoologischen Instituts der Universität	WIEN
DR. GEORGE B. SCHALLER Serengeti Research Institute, Michael Grzimek Laboratory	SERONERA/TANSANIA
DR. GEORG SCHEER Oberkustos, Leiter der Zoologischen Abteilung des Hessischen Landesmuseums	DARMSTADT
DR. CHRISTOPH SCHERPNER Zoologischer Garten	FRANKFURT A. M.
DR. HERBERT SCHIFTER Naturhistorisches Museum, Vogelsammlung	WIEN
DR. MARCO SCHNITTER Zoologisches Museum der Universität	ZÜRICH
DR. KURT SCHUBERT Bundesforschungsanstalt für Fischerei	HAMBURG
EUGEN SCHUHMACHER Tierfilmregisseur, Filmbeauftragter der I.U.C.N.	MÜNCHEN
DR. THOMAS SCHULTZE-WESTRUM Zoologisches Institut der Universität	MÜNCHEN
DR. ERNST SCHÜTZ Professor, Direktor des Staatlichen Museums für Naturkunde	STUTTGART
DR. D. L. SERVenty C.S.I.R.O. Division of Wildlife Research	HELENA VALLEY/ AUSTRALIEN
DR. LESTER L. SHORT JR. Associate Curator, American Museum of Natural History	NEW YORK
DR. HELMUT SICK Museu Nacional	RIO DE JANEIRO

DR. ALEXANDER F. SKUTCH Professor für Ornithologie, Universität von Costa Rica	SAN ISIDRO DEL GENERAL
DR. EVERHARD J. SLIJPER o. Professor, Zoologisch Laboratorium, Universiteit van Amsterdam	AMSTERDAM
BERTRAM E. SMYTHIES B. A. Konservator i. R. der Forstverwaltung Sarawak (Malaysia)	ESTEPONA/SPANIEN
DR. KENNETH E. STAGER Hauptkurator, Los Angeles County Museum of Natural History	LOS ANGELES
DR. H. C. GEORG H. W. STEIN Kustos der Säugetierabteilung des Instituts für Spezielle Zoologie und Zoologisches Museum der Humboldt-Universität	BERLIN
DR. JOACHIM STEINBACHER Kustos, Natur-Museum und Forschungs-Institut Senckenberg	FRANKFURT A. M.
DR. BERNARD STONEHOUSE Dozent für Zoologie, Canterbury University	CHRISTCHURCH/NEUSEE- LAND
DR. RICHARD ZUR STRASSEN Kustos, Natur-Museum und Forschungs-Institut Senckenberg	FRANKFURT A. M.
DR. ADELHEID STUDER-THIERSCH Zoologischer Garten	BASEL
DR. ERNST SUTTER Naturhistorisches Museum	BASEL
DR. FRITZ TEROFAL Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	MÜNCHEN
DR. G. F. VAN TETS Wildlife Research	CANBERRA
ELLEN THALER-KOTTEK Institut für Zoologie der Universität	INNSBRUCK
DR. ERICH THENIUS o. Professor, Vorstand des Paläontologischen Instituts der Universität	WIEN
DR. NIKO TINBERGEN Professor of Animal Behaviour, Department of Zoology	OXFORD
ALEXANDER TSURIKOV Lektor am Seminar für Slavische Philologie, Universität	MÜNCHEN
DR. WOLFGANG VILLWOCK Zoologisches Staatsinstitut und Museum	HAMBURG
ZDENEK VOGEL Direktor der Herpetologischen Station Suchdol	PRAG
DIETER VOGT	SCHORN DORF
DR. Jiří VOLF Zoologischer Garten	PRAG
OTTO WADEWITZ Technischer Angestellter	LEIPZIG
DR. HELMUTH O. WAGNER Direktor i. R. des Überseemuseums Bremen	MEXICO CITY
DR. FRITZ WALTHER Professor, University of Missouri	COLUMBIA
JOHN WARHAM Zoology Department, Canterbury University	CHRISTCHURCH/NEUSEE- LAND

S. L. WASHBURN University of California	BERKELEY
EBERHARD WAWRA Erstes Zoologisches Institut der Universität	WIEN
DR. INGRID WEIGEL Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	MÜNCHEN
DR. B. WEISCHER Biologische Bundesanstalt, Institut für Nematodenforschung	MÜNSTER/WESTFALEN
HERBERT WENDT Naturwissenschaftlicher Schriftsteller	BADEN-BADEN
DR. HEINZ WERMUTH Hauptkonservator, Staatliches Museum für Naturkunde, Stuttgart	LUDWIGSBURG
DR. WOLFGANG VON WESTERNHAGEN Zahnarzt	PREETZ/HOLSTEIN
DR. ALEXANDER WETMORE United States National Museum, Smithsonian Institution	WASHINGTON D.C.
DR. DIETRICH E. WILCKE	RÖTTGEN
DR. HELMUT WILKENS o. Professor, Direktor des Anatomischen Instituts, Tierärztliche Hochschule	HANNOVER
HANS EDMUND WOLTERS Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig	BONN
DR. ARNFRID WÜNSCHMANN Zoologischer Garten	BERLIN
DR. WALTER WÜST Gymnasial-Professor, Wilhelmsgymnasium	MÜNCHEN
DR. HEINZ WUNDT Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	MÜNCHEN
DR. CLAUDIUS-DIETER ZANDER Zoologisches Staatsinstitut und Museum	HAMBURG
DR. DR. FRITZ ZUMPT Leiter der Abteilung für Entomologie und Parasitologie, South African Institute for Medical Research	JOHANNESBURG
RICHARD L. ZUSI Kurator der Vogelabteilung, Smithsonian Institute, U. S. National Museum	WASHINGTON D.C.

TEXTREDAKTION: PROF. DR. DR. H. C. BERNHARD GRZIMEK UND HERBERT WENDT
 SCHLUSSREDAKTION, TIERWÖRTERBUCH, REGISTER: DR. RUDOLF ZITEK
 RANDABBILDUNGEN, BILDLEGENDEN, SYSTEMATISCHE ÜBERSICHT: DR. MANFRED PROPACH
 REDAKTIONELLE VORBEREITUNG: DR. DIETRICH HEINEMANN
 REDAKTIONELLE BERATUNG UND MITARBEIT AN DIESEM BAND:
 DR. HUBERT FECHTER, DR. ROSINA FECHTER, PROF. DR. OTTO KRAUS, DR. EGON POPP,
 DR. LUITFRIED VON SALVINI-PLAWEN UND ALEXANDER TSURIKOV
 PRODUKTIONSLEITUNG: DR. ERICH RÖSSLER

DRITTER BAND

WEICHTIERE
STACHELHÄUTER

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. DR. BERNHARD GRZIMEK

PROF. DR. OTTO KRAUS

PROF. DR. RUPERT RIEDL

PROF. DR. ERICH THENIUS

Kapitelübersicht

Ausführliches Inhaltsverzeichnis mit Nennung der Tierarten Seite 460

1. Kapitel	DIE WEICHTIERE von Luitfried von Salvini-Plawen Stammesgeschichte von Erich Thenius	19 23
2. Kapitel	DIE STACHELWEICHTIERE von Luitfried von Salvini-Plawen	29
3. Kapitel	DIE SCHALENWEICHTIERE von Luitfried von Salvini-Plawen	43
4. Kapitel	DIE NAPFSCHALER von Luitfried von Salvini-Plawen	47
5. Kapitel	DIE SCHNECKEN von Luitfried von Salvini-Plawen	50
6. Kapitel	GRABFÜSSER UND MUSCHELN von Luitfried von Salvini-Plawen	136
7. Kapitel	DIE KOPFFÜSSER von Luitfried von Salvini-Plawen	189
8. Kapitel	KRANZFÜHLER: HUFEISENWÜRMER, MOOSTIERCHEN UND ARMFÜSSER von Egon Popp	226
9. Kapitel	DIE PFEILWÜRMER von Luitfried von Salvini-Plawen	266
10. Kapitel	DIE STACHELHÄUTER von Hubert Fechter Stammesgeschichte von Erich Thenius	274 279
11. Kapitel	SEELILIEN UND HAARSTERNE von Hubert Fechter	285
12. Kapitel	DIE SEEWALZEN von Hubert Fechter	305
13. Kapitel	DIE SEEIGEL von Hubert Fechter	326
14. Kapitel	DIE SEESTERNE von Hubert Fechter	361
15. Kapitel	DIE SCHLANGENSTERNE von Hubert Fechter	391

16. Kapitel	KRAGENTIERE UND ARMTRÄGER von Eberhard Wawra Einleitung von Luitfried von Salvini-Plawen	409
17. Kapitel	DIE CHORDATIERE von Otto Kraus	431
18. Kapitel	DIE MANTELTIERE UND DIE SCHÄDELLOSEN von Otto Kraus	434
Anhang	Literaturhinweise	458
	Systematische Übersicht (ausführliches Inhaltsverzeichnis)	460
	Tierwörterbuch deutsch–englisch–französisch–russisch	503
	– englisch–deutsch–französisch–russisch	511
	– französisch–deutsch–englisch–russisch	513
	– russisch–deutsch–englisch–französisch	516
	Register	521
	Abbildungsnachweis	545
	Abkürzungen und Zeichen	(letzte Seite) 546

Erstes Kapitel

Die Weichtiere

Stamm
Weichtiere

von L. v. Salvini-Plawen

Jedem von uns sind Vertreter aus dem großen Tierstamm der Weichtiere bekannt. In unseren Gärten, Wiesen und Wäldern treffen wir auf die mannigfaltigsten Formen von Schnecken; an unseren Meeresküsten stoßen wir auf vielerlei Muscheln oder zumindest auf deren Schalen. Wer seine Ferien am Mittelmeer verlebt hat, der wird vielleicht schon manchmal Boote mit Einheimischen beim nächtlichen Laternenfang auf Tintenschnecken beobachtet haben. So manchem Feinschmecker sind Weichtiere auch vom Speisezettel her ein Begriff — sei es, daß ihm ein Vorgericht auf einer Schale der Pilgermuschel gereicht wird, sei es, daß ihm gesottene Schnecken, gebackener Tintenfisch oder gar Austern und manche anderen Muscheln besonders munden. Und wer kennt nicht das schillernd-glänzende Perlmutter, das aus Weichtierschalen stammt und zu Aschenbechern, Knöpfen und anderen Erzeugnissen verarbeitet wird? Wer Schmuck liebt, ist sich vielleicht gar nicht bewußt, daß auch die kostbaren Perlen von verschiedenen Muscheln und anderen Weichtieren stammen; trotz ihrer vom Menschen so geschätzten Schönheit sind sie lediglich Absonderungen, die die Tiere vor unerwünschten Fremdkörpern schützen.

Wir brauchen also keineswegs geschulte Tierliebhaber zu sein, um einen Einblick in die Gruppe der Weichtiere zu gewinnen. Wer mit offenen Augen die Dinge betrachtet, die zu unserem Alltag gehören, und ihnen auf den Grund geht, dem tritt schon hier die Vielzahl und Verschiedenheit der Weichtiere entgegen.

Zoologische
Stichworte

Die WEICHTIERE (Stamm Mollusca) sind zweiseitig-symmetrische Bauchmarktiere. Rumpflänge von einem Millimeter bis zu acht Meter (GL bis 22 m); Körper weich und gedrunken, ohne Gliederung in Abschnitte, höchstens in Kopf und Rumpf unterteilt; Raum von Keimsack und Herzbeutel (Gonoperikardialraum) rückenständig, als gruppeneigene Bildung des mittleren Keimblattes. Bauchseite gewöhnlich als muskuloseres Bewegungsorgan ausgebildet, äußerlich durch einen freien Raum, der der Atmung dient, von der durch eine Hautfalte begrenzten Rückenhaut getrennt; Rückenhaut scheidet als »Mantel« (zumindest im Embryonalzustand) einzellig oder großflächig Kalkstoff ab und ist durch Muskelstränge (Dorsoventralmuskulatur) mit dem Fuß verstrebt. Mantelhöhle (Pallialraum) meist mit zweizeiligen Fiederkiemen (Ctenidien) und der Ausmündung des Afters, den Ausführgängen des Herzbeutels (meist als Ausscheidungsorgane) und der Geschlechtsgänge. Vor-

derdarm durchweg mit einer bezahnten Chitinmembran, der Raspelzunge (Radula); Herz am Körperende rückenständig, dient als Motor eines offenen Kreislaufsystems der Blutflüssigkeit (Hämolymphsystem). Nervensystem mit Oberschlund-Nervenknoten als Zentrum, Schlundring (Buccalring) und zwei Paar häufig stark konzentrierten Rumpfsträngen. Entwicklung vorwiegend mit Spiralfurchung und einer Schwimmlarve mit vor der Mundöffnung verlaufendem Wimperkranz. Mannigfaltig gestaltete Gruppe, sehr artenreich, mit Verbreitung im Meer, im Süßwasser und auf dem Festland. Zwei Unterstämme: 1. Stachelweichtiere (Aculifera, s. S. 29) mit den drei Klassen der Furchenfüßer, Schildfüßer und Käferschnecken. 2. Schalenweichtiere (Conchifera, s. S. 43) mit den fünf Klassen der Napfschaler, Schnecken, Grabfüßer, Muscheln und Kopffüßer.

Wie die in Band I geschilderten Niederen Tiere und die in Band II behandelten Insekten, so legen auch die Weichtiere wieder einmal ein Zeugnis vom Gestaltenreichtum und von der unermeßlichen Formungskraft der Natur ab. Betrachten wir zunächst die stammesgeschichtlichen Beziehungen, so müssen wir die Weichtiere zu den SPIRALIA zählen. Dieser durch eine spiralförmige Eifurchung ausgezeichnete Verwandtschaftskreis umfaßt neben den Weichtieren die Gruppen der Plattwürmer, Schnurwürmer, Kelchwürmer, Spritzwürmer und Sternwürmer (s. Band I), ferner alle Gliedertiere (s. Bände I und II) und auch die nachfolgenden Hufeisenwürmer (s. S. 227 ff.). Ihre Larvenformen zeigen, daß die Weichtiere in ihrer Stammesentwicklung jedoch nicht den Gliedertieren anzuschließen sind; diese Reihenfolge ist in unserem Werk lediglich aus Einteilungsgründen erfolgt. Wir müssen uns die Ahnenformen der Mollusken vielmehr als plattwurmähnliche Tiere vorstellen; und die Gliederwürmer mitsamt den von ihnen ableitbaren Gruppen bilden demnach – bildlich gesprochen – nur einen durch Lebensweise stark veränderten Seitenzweig der Weichtiervorfahren.

Wie bereits in Band I dargelegt, ist der Begriff »Wurm« eine zoologisch nicht brauchbare Sammelbezeichnung; denn ein Regenwurm zeigt sich zum Beispiel mit einem Strudelwurm weniger nahe verwandt als dieser mit einer Käferschnecke. Natürlich können wir derartige Verwandtschaftsbeziehungen zum größten Teil nur dann erfassen, wenn wir den besonderen Bau der betreffenden Tiere kennen und vor allem eingehende Vergleiche der Larvenentwicklung, Muskulatur, des Nervensystems, der Fortbewegungsweise und ähnlicher Merkmale vornehmen. Gerade an der Fortbewegung zeigt sich schon äußerlich sehr deutlich eine Beziehung zwischen Plattwürmern und Weichtieren: Sowohl Strudelwürmer als auch Schnecken gleiten gewöhnlich ohne merkbare Körperverformung – nur mit Hilfe von Wimpern oder kleinsten Muskelwellen – auf Schleim gleichmäßig dahin; der Regenwurm dagegen streckt sich und zieht sich zusammen wie eine Ziehharmonika. Schon an diesem Beispiel sehen wir, daß der Begriff »Wurm« zoologisch wertlos ist und daß die Körperform nur allzuoft über die wirkliche Verwandtschaft nichts aussagt. Noch deutlicher wird uns dies, wenn wir uns mit der vielseitigen Organisationsfülle innerhalb des Stammes der Weichtiere befassen.

Diese Vielseitigkeit zeigt sich schon in den Körpergrößen. Viele Furchenfüßer und Schnecken überschreiten gerade die Millimetergrenze, während

Gestaltenreichtum

Gestalt und
Verwandtschaft

Vielfalt
der Weichtiere

die zu den Kopffüßern gehörenden Kalmare Riesenformen ausbilden, die fast an die größten Wirbeltiere heranreichen. Darüber hinaus aber gibt es bei den Weichtieren die verschiedensten Gestalten verwirklicht: angefangen mit den oft festsitzenden Muscheln über die gewöhnlich träge dahinkriechenden Schnecken und die elegant durch das Wasser flatternden »Seeschmetterlinge« bis zu den pfeilschnell das Meer durchstreifenden Kalmaren. Es gibt Schnecken, die monatelang Hitzeperioden in Trockenstarre überdauern, und andere Weichtiere, die Quellen mit einer Temperatur bis zu vierzig Grad Celsius besiedeln; andere Weichtiere können, in der Eisdecke eingefroren, den Winter überdauern. Einerseits lastet auf tiefseebewohnenden Mollusken ein Druck von einigen hundert Kilogramm je Quadratzentimeter der Körperdecke, andererseits finden wir noch Vertreter dieses Tierstammes in der dünnen Luft oberhalb von fünftausend Meter im Himalajagebiet oder als Innenschmarotzer in den Leibern von Angehörigen der verschiedensten Tiergruppen. Der Gestaltenreichtum der Weichtiere wird uns vielleicht am deutlichsten klar, wenn wir den noch verhältnismäßig einfachen Bau vieler Formen mit der außerordentlichen Spezialisierung der Kopffüßer vergleichen; die Kopffüßer haben ja in den Tintenschnecken (den »Tintenfischen«, wie der Volksmund sagt) eine Entwicklungshöhe erreicht, die sich nur mit manchen Insekten vergleichen läßt und die allein von den Wirbeltieren übertroffen wurde.

Gemeinsame
Grundmerkmale

Worin stimmen nun alle diese verschiedenen Weichtierformen überein? Und welche Eigenschaften besaß nach unseren heutigen Vorstellungen der stammesgeschichtliche Ausgangspunkt, das sogenannte »Urweichtier«? (Abb. S. 65/66). Beginnen wir mit dem namengebenden Merkmal, das sich auf die Beschaffenheit des Körpers bezieht: Sowohl die typischen Schnecken, Muscheln und Tintenschnecken als auch die wurmförmigen oder durch besondere Lebensweise abweichend aussehenden Mollusken besitzen einen vollständig weichen, massigen Körper ohne einheitliche innere Skelettbildung. Dieser Körper hat weder eine richtige Gliederung noch eine gelenkige Hautpanzerung. Dadurch heben sich die nicht selten plumpen und meist durch Drüsen schlüpfrigen Weichtiere deutlich von anderen Tiergruppen ab. Ein besonderes, nur bei den Weichtieren ausgeprägtes Kennzeichen finden wir in dem sogenannten Mantel, der die Fähigkeit besitzt, auf verschiedenste Weise Kalk abzusondern und auf diesem Wege Stacheln oder Schalen zu bilden. Dieser Mantel ist die Rückenhaut der Tiere, die durch eine ursprünglich den gesamten Körper umsäumende Doppelfalte begrenzt wird (daher der Name); er läßt an der Bauchseite einen sogenannten Fuß frei.

Fuß und
Mantelraum

Der Fuß, dieses flächige Kriechorgan, ist nun bei den heutigen Gruppen der Weichtiere recht verschieden ausgebildet. Von der erwähnten Mantelfalte wird er nur bei Käferschnecken und Napschalern noch durch die ursprüngliche, fast den ganzen Körper umziehende tiefe Rinne getrennt, die sich sonst lediglich auf einen Körperabschnitt beschränkt. Die Rinne ist mit den fiederförmigen Kiemen (Ctenidien) versehen: an einem Kiemenschaft befinden sich zu beiden Seiten mehrere gut durchblutete und bewimperte Blättchen. Deshalb wird die Rinne je nach der betreffenden Gruppe als Kiemenrinne, Atemhöhle oder Mantelraum bezeichnet. Im Zusammenhang mit den Kiemen

(Atmung) sind auch meist in deren unmittelbarer Nachbarschaft besondere Prüfwerkzeuge ausgebildet (terminale Sinnesorgane, Osphradien). Gleichzeitig nimmt der Mantelraum die Ausmündungen der Geschlechtsgänge, der Nieren und des Enddarms auf.

Zu den Ernährungswerkzeugen gehört eine besondere Raspelzunge (Radula), die nur bei Weichtieren vorkommt und allgemein zur Aufnahme oder Zerkleinerung der Nahrung dient. Der Darm war auf einer früheren stammesgeschichtlichen Stufe wahrscheinlich gerade und mit seitlichen Ausbuchtungen versehen; bei den heutigen Gruppen ist er aber meist lang und in Schlingen angeordnet. Im vorderen Abschnitt sind verschiedene Drüsen (sogenannte »Speicheldrüsen«) ausgebildet. Ferner treten fast immer drüsenreiche Blindsäcke des Mitteldarms auf, in denen die eigentliche Verdauung geschieht.

Wie die Gliedertiere (s. Bände I und II), so besitzen auch die Weichtiere ein richtiges Herz. Es liegt im hinteren Körperdrittel oberhalb des Enddarms und bewegt im Körper die Blutflüssigkeit (hier Hämolymphe genannt, weil sie sowohl dem Blut als auch der Lymphe der Wirbeltiere entspricht). Meist fehlen jedoch echte Blutgefäße; die Hämolymphe kreist also weitgehend in Spalten und Lücken der ursprünglichen Leibeshöhle zwischen den Körperorganen (offener Blutkreislauf). Das Herz besteht aus einer Hauptkammer und allgemein aus einem Paar Vorkammern; es ist eine längs der oberen Mittellinie angelegte Einsenkung im schützenden Herzbeutel, der ursprünglich zur Unterstützung der Pumpfähigkeit des Herzens entstanden sein dürfte. Der kopfwärts gelegene Abschnitt dieses Herzbeutels wird von den Geschlechtszellen eingenommen und ist bei den heutigen Formen meist vollständig als Keimsack abgeschnürt. Beide Hohlräume werden zusammen als eine eigene Bildung der Leibeshöhle (Coelom) betrachtet; sie weisen ja ein Paar Ausführungskanäle auf, wobei die Gänge des Herzbeutels in der Mehrzahl der Fälle die Aufgabe von Ausscheidungsorganen haben, also als »Nieren« dienen. Die gesamte Anlage wird daher auch als Nieren-Geschlechts-System (Urogenitalapparat) bezeichnet.

Das Nervensystem besteht aus einem Gehirn und vier von ihm ausgehenden, nach hinten ziehenden Hauptnervenbahnen; ein Schlundring (Buccalring) versorgt zudem die Schlundgegend. Das Auftreten von Sinnesorganen richtet sich nach der Ausbildungsstufe, dem Lebensort und der Lebensweise der Tiere. Nicht zu übersehen ist bei den Weichtieren die Muskulatur; denn gerade sie befähigt diese Tiere, die mechanischen Lebensabläufe durchzuführen. Besonders bedeutungsvoll im Hinblick auf die Stammesgeschichte und Funktion sind die verstreubenden Stränge zwischen Mantel und Fuß (Dorso-ventralmuskulatur). Wir finden sie nämlich innerhalb dieses Tierstamms in einer fortlaufenden Konzentrationsreihe; je nach der Ausbildung und Aufgabe von Mantel und Fuß sind diese Muskeln mehr oder weniger zu größeren Einheiten zusammengefaßt: angefangen von ursprünglich zahlreichen, in Reihe angeordneten Muskelpaaren über Zwischenstufen bis zu einer vollkommenen Verschmelzung dieser gesamten Strangreihe zu einem einzigen auf jeder Seite befindlichen Muskelbündel. Alle diese Organe werden von einem körperfüllenden Gewebe (Mesenchym) umgeben; es trägt wesentlich dazu bei, daß wir den Körper der Mollusken als weich empfinden.

Die Fortpflanzung ist stets geschlechtlich, häufig sogar mit Begattung. Sehr

Raspelzunge und
Darmkanal

Kreislauf
und Leibeshöhle

Nervensystem und
Muskulatur

Fortpflanzung

Entwicklung
der Larven

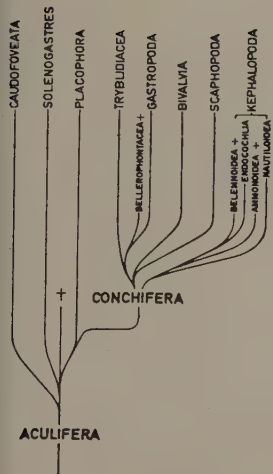
aufschlußreich sind die Vorgänge der Entwicklung, begonnen bei den Eiern, die bei den einzelnen Gruppen eine recht verschiedene Größe haben können, bis zur Heranbildung der erwachsenen Tiere. Mit Ausnahme der hochspezialisierten Kopffüßer (s. S. 189) haben alle Weichtiere nämlich trotz ihres weitgehenden Anpassungsvermögens (Plastizität) noch die schon erwähnte spiralförmige Eifurchung; sie führt bei den meisten meeresbewohnenden Formen zu typischen Schwimmlarven, die mit einem Geißelschopf und einem Wimpergürtel versehen sind (Abb. S. 264). Bei sehr urtümlichen Vertretern, wie bei Furchenfüßern und Nußmuscheln, ist der eigentliche Embryo noch von einer schützenden Zellschicht umgeben (Hüllglockentypus; Abb. 1–4, S. 26); bei anderen wird diese Zellschicht zu einer mit Wimpern begrenzten Platte vereinfacht (Trochophoratypus; Abb. 7 u. 8, S. 26) oder ist weiter zu besonderen segelförmigen Anhängern umgebildet (Veligertypus; Abb. 9–12, S. 26). Die Umwandlung der Larven erfolgt durch Rückbildung der Schwimm- oder Schwebeorgane, wobei die Tiere mit dem Übergang zum Bodenleben heranwachsen und sich vervollkommen.

Stammesgeschichte
der Weichtiere
von E. Thenius

Die stammesgeschichtliche Entwicklung können wir heute aus versteinigten Urkunden je nach der betreffenden Gruppe mehr oder weniger deutlich verfolgen; freilich beziehen sich unsere Kenntnisse lediglich auf diejenigen Vertreter, die mit Schalen versehen und demnach fossil erhalten sind, also auf die Käferschnecken und die Schalenweichtiere. Die Fossilfunde aus dem Kambrium (vor 540 bis 450 Millionen Jahren) liefern uns zwar Beweise für ein hohes geologisches Alter des Weichtierstamms, doch sie sagen nichts über die Herkunft und über die verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Weichtierklassen untereinander aus. Früher hatte man die Weichtiere von Ringelwürmern hergeleitet – und zwar aufgrund der ursprünglich nur fossil bekannten Napfschaler. Diese Auffassung hat sich jedoch nicht bestätigt. Der Bauplan des in jüngerer Zeit entdeckten lebenden Napfschalers *Neopilina galathea* (s. S. 48) zeigt, daß diese Gruppe keine echte Gliederung des Körpers in Abschnitte (Coelometamerie) aufweist, wie dies bei einer Abstammung von Ringelwürmern der Fall sein müßte.

Sicherlich fallen die Anfänge des Weichtierstammes in präkambrische Zeiten, also in die Urzeit der Erde, die mehr als 550 Millionen Jahre zurückliegt. Reste von Weichtieren aus dieser Zeit sind bisher nur als winzige kalkschalige Gebilde mit kugelförmiger Keimlingskammer bekannt, so zum Beispiel die Gattung *Wyattia*, die nach Taylor wohl zu den Weichtieren gerechnet werden muß. Deshalb bleiben Aussehen und Lebensraum der Urweichtiere weiter unseren Mutmaßungen überlassen. Immerhin aber vermögen wir doch ein Urweichtier zu rekonstruieren (s. S. 21 u. Abb. S. 65/66).

Aus dem Kambrium sind bisher nur Reste von Schalenweichtieren beschrieben worden. Einige lassen sich den auch gegenwärtig noch lebenden Klassen (z. B. Schnecken und Kopffüßern) zuordnen, andere müssen aber zu heute völlig ausgestorbenen Weichtiergruppen gezählt werden. Eine derartige Gruppe bilden die *HYOLITHEN* (Klasse *Hyolithida*). Diese winzigen Weichtiere lebten meist im Wasser schwebend (planktonisch) nach Art der Flügelschnecken (*Pteropoda*; s. S. 102, 105), zu denen sie ursprünglich auch gerechnet wurden. Sie sind nur aus dem Erdaltertum bekannt, und von ihnen sind lediglich die



Verwandtschaftsbeziehungen der rezenten und einiger (+) fossiler Weichtiergruppen.

wenige Zentimeter langen kegelförmigen — nicht gekammerten — Kalkgehäuse, die im Querschnitt elliptisch oder gerundet dreieckig sind, mit Deckel erhalten.

Andere Weichtiergehäuse aus dem Kambrium entsprechen nach ihrer Bauart zweifellos denen der Kopffüßer (s. S. 189); denn sie stellen eine gekammerte und mit einem Rohrfortsatz der Leibeshöhle (Sipho) versehene Einrichtung dar, die der Erhaltung des Gleichgewichts im Wasser dient. Zu diesen beschalten Kopffüßern gehören zum Beispiel die Gattung *Volborthella* aus dem Unterkambrium und die Gattung *Plectronoceras* aus dem Oberkambrium; ihr Gehäuse ist jedoch nicht in einer Ebene spiraling eingerollt wie beim Perlboot (*Nautilus*; s. S. 193), sondern gestreckt oder nur schwach gekrümmt. Derartige Kopffüßer mit gestrecktem oder nur teilweise gekrümmtem Gehäuse waren im Erdaltertum in riesiger Arten- und Formenfülle verbreitet; hier seien nur die Gattungen *Orthoceras*, *Gomphoceras*, *Phragmoceras*, *Endoceras* und *Ascoceras* genannt. Sie gehören zur Unterklasse der NAUTILOIDEEN (Abb. S. 23); aus ihnen entstanden im jüngeren Erdaltertum die völlig eingerollten Gehäuse der Perlboote, die noch im älteren Erdmittelalter weltweit verbreitet waren. Im Laufe des jüngeren Erdmittelalters nahm die Artenzahl der Perlboote ständig ab, so daß im Tertiär und in der Erdneuzeit nur wenige von ihnen übrigblieben. Die heute noch vorkommenden Perlbootarten sind somit echte »lebende Fossilien«. Der Perlbootcharakter des Gehäuses war im frühen Erdmittelalter längst erreicht; die Gattung *Nautilus* selbst ist seit dem Alttertiär nachgewiesen.

Eine noch arten- und formenreichere Gruppe beschalter Kopffüßer waren jedoch die AMMONSHÖRNER oder AMMONITEN (Unterklasse Ammonoidea). Ihre Gehäuse entwickelten sich gleichfalls von gestreckten zu in einer Ebene eingerollten Gebilden — eine Parallelentwicklung, die mit der günstigeren Schwimmstellung in Zusammenhang steht. Die Ammonshörner sind nach dem mit einem Widdergehorn dargestellten ägyptischen Gott Ammon benannt; sie lebten vom Devon bis zum Ende der Kreidezeit (also vor 350 bis 60 Millionen Jahren). Ihre Vorläufer mit gestrecktem Gehäuse — die Gruppe der Bactritida — sind jedoch bereits aus dem Ordovizium und Silur (vor 450 bis 350 Millionen Jahren) bekannt. Für das Erdmittelalter bilden sie die besten »Leitfossilien«; darunter versteht man Versteinerungen, die nur in bestimmten Schichten oder Formationen vorkommen und für sie kennzeichnend sind. Der Volksmund bezeichnet sie je nach ihrer Gestalt, ihrer Skulptur und ihrem Erhaltungszustand oft als »Schlangensteine« oder »Goldschnecken«. Das Gehäuse der Ammoniten unterscheidet sich von dem der Nautiliden durch die meist komplizierter gebaute Septenanwachslinie (Sutur) (s. S. 193), das stets randständige Rohr und durch einen hornigen oder kalkigen, meist zweiteiligen Deckel (Aptychen). In den Alpen enthalten manche Schichten nur diesen Deckel, aber keine Ammonitengehäuse. Mit ihren Gaskammern können sie nämlich nach dem Tode der Tiere verdriften; zudem besteht der Deckel aus Kalzit, das Gehäuse aus Aragonit, so daß durch die Diagenese (= Umwandlung loser Sedimente in festes Gestein) nur ersterer erhalten bleibt. Jetzt sind auch Weichteile bekanntgeworden, die zeigen, daß die Ammoniten trotz ihres Außenskeletts den Tintenschnecken näher standen als etwa die Gattung *Nautilus*; ihre Raspelzunge

Ammonshörner
oder Ammoniten

Dondice banyulensis
(Nacktkiemer), lebt im
Mittelmeer. Die Körper-
oberfläche zeichnet sich
durch bizarre Anhänge
(Parapodien) aus.

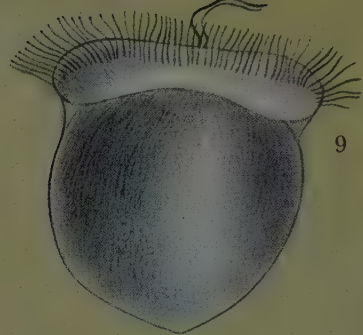




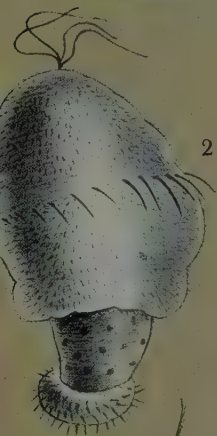
1



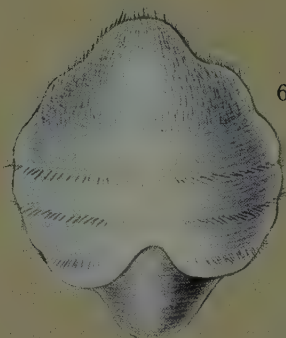
5



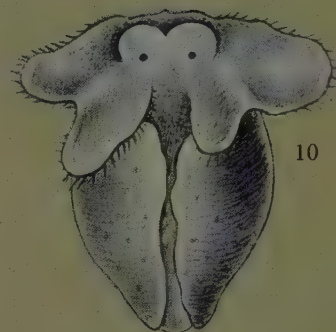
9



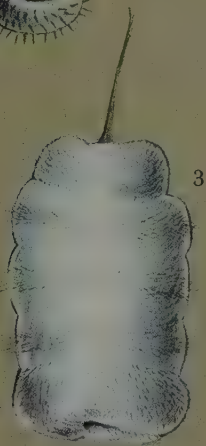
2



6



10



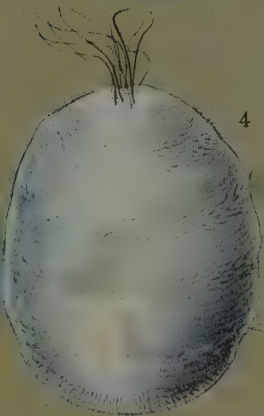
3



7



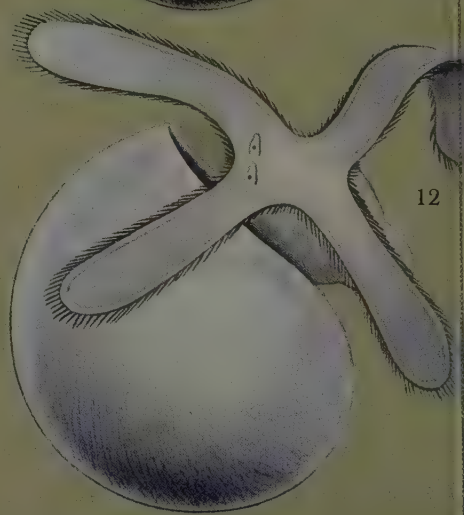
11



4



8



12

ähnelt der der Tintenschnecken, sie hatten einen Tintenbeutel und besaßen acht bis zehn Fangarme.

In der jüngeren Triaszeit (vor 200 bis 175 Millionen Jahren) erreichten die Ammoniten ihre erste stammesgeschichtliche Blütezeit. Gegen Ende der Triaszeit starben sie bis auf die Gruppe der sogenannten Phyllocerata aus; die Phyllocerata dagegen wurden zur Ausgangsgruppe der Jura- und Kreide-Ammoniten (Neoammonoidea). Diese zweite stammesgeschichtliche Blüte endete mit der Oberkreidezeit. Inzwischen waren — besonders in der Kreidezeit — zahlreiche im Gehäuse abweichende Formen entstanden (sogenannte heteromorphe Ammoniten), zum Beispiel die Gattungen *Turrilites*, *Scaphites*, *Baculites* und *Nipponites*. Auch Riesenformen sind aus der Kreidezeit bekanntgeworden, so *Pachydiscus seppenradensis*, dessen Gehäuse über zweieinhalb Meter Durchmesser erreichte. Mit dem Ausgang der Oberkreide erloschen sämtliche Ammoniten.

Belemniten

Eine weitere ausgestorbene Kopffüßerguppe bilden die BELEMNITEN (Unterordnung Belemnnoidea). Sie sind zwar schon seit dem Karbon (vor rund 300 Millionen Jahren) bekannt, waren aber erst zur Jura- und Kreidezeit besonders häufig. In ihrer Gestalt ähnelten sie den heutigen Tintenschnecken; doch das Innenskelett bestand aus einem gekammerten Abschnitt mit Rohr (Phragmokon) und eine Spitzenscheide (Rostrum). Dies deutet darauf hin, daß sie der gleichen Wurzelgruppe entstammen wie die Ammoniten — nämlich geradschaligen Kopffüßern. Dank ihrer Häufigkeit werden die Rostren vom Volksmund als »Donnerkeile«, »Donnersteine«, »Luchssteine« oder »Teufelsfinger« bezeichnet.

Weitere Weichtiere aus dem Erdaltertum gehören zu den erst vor wenigen Jahren in der Tiefsee entdeckten NAFPSCHALERN (Klasse Tryblidiacea; s. S. 47). Nach ihrem Vorkommen und der dicken Schale zu urteilen, waren diese damals häufigen Tiere Bewohner der Flachmeere. Zu den geologisch ältesten und ursprünglichsten Verwandten der Schnecken gehören Weichtiere mit zweiseitig-symmetrisch eingerollten Gehäusen und einem Schlitzband; derartige BELLEROPHONTACEEN (Klasse Bellerophonacea) bilden die Ausgangsform sämtlicher Schnecken (s. S. 49 u. 52). Unsymmetrisch eingerollte Gehäuse sind seit dem jüngsten Kambrium bekannt. Ihre stammesgeschichtliche Blüte erreichten diese Gruppen erst in der Erdneuzeit mit den Schnecken (Klasse Gastropoda; s. S. 50), welche die in ihren Umweltbeziehungen erfolgreichste Weichtiergruppe überhaupt sind und praktisch sämtliche Lebensräume besiedelt haben. Die geologisch ältesten Lungenschnecken (Gattung *Anthracopupa*) wurden im Karbon gefunden.

Der Nachweis von Muscheln (Klasse Bivalvia; s. S. 143) ist für das Kambrium bisher noch nicht einwandfrei geglückt; im Erdaltertum gab es aber schon die sogenannten DIPLACOPHOREN (z. B. die Gattung *Babinka*), die von den übrigen Muscheln nur durch den Besitz mehrerer Schalenmuskelpaare abweichen. Wenn sie auch nicht als unmittelbare Ahnenformen der Muscheln angesehen werden können, so bilden sie doch rein gestaltlich deren Vorläufer und lassen sich zusammen mit den Napfschalern von einer gemeinsamen Stammform ableiten. Die Muscheln erreichten — ähnlich wie die Schnecken — ihren stammesgeschichtlichen Höhepunkt erst in der Erdneuzeit.

Larven (s. S. 23):

Hüllglockentypus

1. Schlundkegel-Glattfuß

(*Nematomenia banyulensis*, s. S. 31)

2. Kielmondling (*Neomenia carinata*, vgl. S. 32)

3. *Yoldia limatula* (vgl. S. 149)

4. Nüßmuschel (*Nucula proxima*, vgl. S. 149)

Übergangstypus

5. Warziger Furchenfuß (*Epimenia verrucosa*, s. S. 32)

6. Elefantenzahn (*Dentalium dentale*, s. S. 138)

Wimperkranz-(Trochophora-)Typus

7. Gemeine Napfschnecke (*Patella vulgata*, vgl. S. 52)

8. *Ischnochiton* (vgl. S. 42)

Segel-(Veliger-)Typus

9. Gemeine Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*, s. S. 171)

10. Roter Schmetterling (*Gasteropteron rubrum*, vgl. S. 52)

11. *Nassa* (vgl. S. 52)

12. *Murex ramosus* (vgl. S. 52)

Gestaltlich besonders stark umgeformte Gehäuse besaßen die Rudisten (z. B. die Gattung *Hippurites*) aus der Kreidezeit. Eine ihrer zwei Klappen war festgewachsen und becher- oder kelchförmig, die andere war flach und diente als Hubdeckel. Dadurch wich diese Gruppe weitgehend von der üblichen Muschelgestalt ab.

Auch Grabfüßer (Klasse Scaphopoda; s. S. 136) und Käferschnecken (Klasse Placophora; s. S. 37) konnten bisher nicht oder nicht mit Sicherheit aus kambri-schen Ablagerungen nachgewiesen werden. Die Formen aus dem Erdaltertum weichen nicht grundsätzlich von den lebenden Vertretern ab. Fossilreste aus dem Kambrium (Gattung *Matthevia*) sind als Käferschnecken gedeutet worden und werden gegenwärtig als eigene Klasse gewertet; doch zu einer endgültigen Beurteilung müssen weitere Funde abgewartet werden. Den ältesten Käferschnecken (Palaeoloricata) fehlte die zweitunterste Schalenschicht der heutigen Käferschnecken, das Articulamentum.

Die außerordentliche Formenfülle von mehr als 125 000 lebenden Weichtierarten läßt sich in diesem Werk ebensowenig erfassen wie die der noch artenreicheren Insekten, denn nach den Gliedertieren stellen die Weichtiere den zweitgrößten Tierstamm dar. Die Aufteilung der lebenden Formen in zwei Unterstämme mit acht Klassen berücksichtigt die Merkmale der Muskulatur, des Mantels und seiner Bildungen (Hautbedeckung mit Stacheln oder Schale), des Kiemenraums und des Fußes, ferner die Bildung von Körperabschnitten. Der Unterstamm der Stachelweichtiere enthält die ursprünglicheren und ausschließlich im Meer lebenden Formen. Die Schalenweichtiere sind uns durch ihre bekanntesten Vertreter — die Schnecken, Muscheln und Kopffüßer — besser vertraut.

Über 125 000
Weichtierarten

Zweites Kapitel

Die Stachelweichtiere

Unterstamm
Stachelweichtiere
von L. v. Salvini-Plawen

Die STACHELWEICHTIERE (Unterstamm Aculifera) haben einen stets in der Längsachse gestreckten Körper; Mantel überdeckt immer das gesamte Tier und scheidet ganzflächig oder teilweise eine Oberhaut (Kutikula) sowie in sie eingebettete Kalkkörper ab. KL 1,5 mm bis über 30 cm. Einheitliche Schale, Kopfaugen, Fühler und Schwere-Sinnesorgane (Statozysten) sind noch nicht ausgebildet. Nervensystem mit Endverbindung der Seitenstämme über dem Enddarm (Supra-Rectalcommissur). Verdauungstrakt stets ohne Fermentstiel; After immer etwas unterhalb der hinteren Körperspitze (subterminal) mündend. Nur im Meer lebend. Drei Klassen: 1. Furchenfüßer (Solenogastres; s. S. 30); 2. Schildfüßer (Caudofoveata; s. S. 32); 3. Käferschnecken (Placophora; s. S. 37). Insgesamt nicht ganz 1200 Arten.

Schauen wir uns die Vertreter dieser Gruppe auf den Farbtafeln unseres Werkes (Abb. S. 35 u. 36) an, so stellen wir fest, daß die Stachelweichtiere eigentlich nicht so aussehen, wie man sich gemeinhin ein Weichtier vorstellt. Dieser Unterstamm zeichnet sich nämlich noch durch die ursprünglichen Mantelverhältnisse aus: Die Rückenhaut überdeckt den gesamten Körper und scheidet entweder auf der ganzen Fläche oder zumindest doch auf einem breiten Randgürtel eine starke Oberhaut (Kutikula) ab, in die Kalkkörper eingebettet sind. Früher wurden die Stachelweichtiere wegen dieser ursprünglichen Merkmale vielfach fälschlich auch als »Urmollusken« (Amphineura) bezeichnet. Obwohl sie nur einen zahlenmäßig geringen Teil der Mollusken bilden, sind sie als »Restgruppen« für die stammesgeschichtliche Forschung von großer Bedeutung. Neben zahlreichen Merkmalen des feineren Baues stimmen alle Stachelweichtiere auch darin überein, daß ihnen eine Kopfbildung mit Augen fehlt und daß sie keine Schwere-Sinnesorgane ausgebildet haben; die vier großen Nervenbahnen weisen noch zahlreiche verbindende Brücken auf, vor allem eine hintere Verbindung der Seitenstränge über dem Enddarm.

Früher teilte man die Stachelweichtiere in die zwei Gruppen der »Wurm-mollusken« und der Käferschnecken auf. Die sogenannten »Wurmmollusken« umfassen aber zwei stammesgeschichtlich selbständige Restgruppen, die außer der zufällig ähnlichen Wurmform (vgl. S. 20) und den erhalten gebliebenen altertümlichen Merkmalen keine näheren Verwandtschaftsbeziehungen zueinander haben. Es handelt sich hier um eine Parallelentwicklung, so daß wir die Furchenfüßer und die Schildfüßer als eigene Klassen auffassen müssen.



Kalkkörperformen der Stachelweichtiere. 1 Schildfüßer, 2 Furchenfüßer, 3 Käferschnecken.

Die FURCHENFÜSSER (Klasse Solenogastres; Abb. 65/66) haben einen seitlich abgerundeten Leib; Mantel vollkommen mit Oberhaut und Kalkkörpern bedeckt. KL 1,5 mm bis 30 cm. Fuß als an der Unterseite längsverlaufende Furche mit Falten ausgebildet; Mantelhöhle (Pallialraum) an der Unterseite des Körperendes, ohne echte fiederförmige Kiemen (Ctenidien), aber teils mit Ersatzbildungen (Falten, Blättchen, Papillen), die der Atmung dienen; terminales Sinnesorgan oft rückgebildet oder aber vervielfacht. Mitteldarm meist mit zahlreichen aufeinanderfolgenden seitlichen Ausbuchtungen; Dorsoventralmuskulatur (s. S. 22) zwischen Mantel und Fuß in zahlreichen Strangpaaren. Eigentliche Geschlechtsgänge (Gonodukte) fast immer rückgebildet, Ausführung der Geschlechtszellen daher über die Herzbeutelgänge (Coelomodukte); Zwitter mit innerer Befruchtung. Entweder frei bewegliche Formen auf Bodensatz oder Außenschmarotzer, meist auf Nesseltieren. Nach gegenwärtiger Auffassung nur eine Familie (Neomeniidae) mit 50 Gattungen und 115 bekannten Arten.

»Und diesen Wurm nennt man ein Weichtier?« sagte einmal ein Besucher, als er einen der nicht sehr häufigen Furchenfüßer im Probenglas betrachtete. Nun, beim genauen Hinsehen bemerken wir immerhin zwei Besonderheiten, die dieses Geschöpf untrüglich als ein Weichtier kennzeichnen. Das ganze Tier ist dicht mit einem glänzenden Stachel- oder Schuppenkleid bedeckt, und eine durchziehende Bauchrinne oder zumindest ein längsverlaufender Strich bildet jene Furche, die der Klasse ihren Namen verliehen hat. Diese Rinne stellt nämlich den stark rückgebildeten Weichtierfuß dar, der bei den Furchenfüßern nur noch aus einer verschiedenen Anzahl von Längsfalten besteht. Dies ist durch die Lebensweise zu erklären: Trotz des schmalen Fußes bewegen sich die Furchenfüßer allein mit Hilfe dieses Körperteils auf Wimpfern fort; sie benutzen also nicht die Körpermuskulatur dazu. Deshalb kann man vermuten, daß im Laufe der Stammesgeschichte nicht etwa eine Änderung der Bewegungsart eingetreten ist, sondern daß die neue Lebensweise eine größere Beweglichkeit verlangte. Die Tiere mußten sich schliefend oder windend fortbewegen, was eine Körperverschmälerung begünstigte.

Die völlige Rückbildung der sonst für die Weichtiere kennzeichnenden Fiederkiemen läßt sich ebenfalls durch die Lebensbedingungen erklären. Als Bewohner der Oberfläche des Bodensatzes haben die Furchenfüßer stets Verbindung mit dem freien Wasser und erhalten somit genügend Gasaustausch durch die Haut bestimmter Körperabschnitte. Dadurch konnten die Kiemen verschwinden, ohne daß die Atmung darunter litt. Verschiedene Arten haben allerdings wieder Ersatzbildungen angelegt, nämlich Blättchen, Falten oder Papillen an der hinteren Wand des Mantelraums, die sonst allein der Atmung dient.

Durch die Abrundung des Körpers ist dieser Mantelraum auf den hinteren Abschnitt beschränkt und — was besonders merkwürdig ist — teilweise in das Innere des Körpers verlagert, wo er drüsige Laichgänge bildet und vielfach zu einem Begattungsorgan umgestaltet wurde. Bei den STILETT-LEISTENFÜßERN (*Genitoconia*) und anderen Gattungen wirken außerdem Reizwerkzeuge (Begattungsstacheln oder »Liebespfeile«) mit dem Begattungsorgan zusammen; sie bestehen wie die Mantelausscheidungen aus Kutikula oder Kalk. Dieser Geschlechtshilfsapparat kommt nur bei den Furchenfüßern vor und dient den

Klasse
Furchenfüßer

Zoologische
Stichworte

Stammesgeschichtliche
Umbildung



»Liebespfeil« des Rosafarbenen Stilet-Leistenfußes.

zweigeschlechtlichen Tieren zur Begattung. Allerdings sind die eigentlichen Geschlechtsgänge fast immer rückgebildet; deshalb werden bei diesen Tieren die Gänge des Herzbeutels (Coelomodukte) zur Ausleitung von Eiern und Samen benutzt – und sie münden in die vorderen Anteile des Mantelraums, in jene Laichgänge.

Die Mundöffnung besitzt einen vielfach zu einem Rüssel umgebildeten Schlund: Sie ist meist mit dem vorstülpbaren Sinnesorgan, dem Atrium, verbunden, das der geschmacklichen Nahrungsauswahl dient. Im Schlund befindet sich gewöhnlich eine zweiteilige Raspelzunge (Radula), welche die Gestalt von Greifzangen oder abgewandelten Formen hat und in mancherlei Hinsicht an die Raspelzungen der Schnecken erinnert. Bei saugenden Arten sind die Zähne aber nicht selten rückgebildet; wahrscheinlich zerstören diese Formen mit den Absonderungen ihrer Drüsen das Gewebe der Beute und saugen es dann auf. Hierher gehören zwei unserer bekannteren Arten: der SCHMAROTZER-SCHLAUCH (*Rhopalomenia aglaopheniae*) und der SCHLUNDKEGEL-GLATTFUSS (*Nematomenia banyulensis*; Abb. 2, S. 35). Beide leben auf Nesseltieren und ernähren sich von ihren »Wirten«. Der 10 bis 35 Millimeter große Schmarotzerschlauch bewohnt die europäischen Küsten in fünfzig bis hundert Meter Tiefe und befällt stets die Nesseltierart *Lytcarpia myriophyllum*; dagegen sucht der etwa gleich große, rotgefärbte Schlundkegel-Glattfuß im gleichen Lebensraum verschiedene Hydrozoen (s. Band I) auf. Die beim Saugen mitaufgenommenen Nesselkapseln wandern unbeschädigt, ohne zu »explodieren«, durch den Darm; wahrscheinlich sorgt eine Drüsenabsonderung dieser Furchenfüßer dafür, daß die »Waffen« der Beute unschädlich gemacht werden (vgl. S. 133). Recht ähnlich verhalten sich auch der GELBE GLATTFUSS (*Nematomenia flavens*; KL 4 cm; Abb. 3, S. 35) im Mittelmeer und der TARNGLATTFUSS (*Nematomenia corallophila*; KL 2 cm) bei Algier; die letztgenannte Art kann die weißlichen Schuppen am roten Körper aufstellen und sich so der Färbung der Edelkoralle (*Corallium rubrum*) anpassen.

Doch auch die frei lebenden räuberischen Arten der Furchenfüßer ernähren sich oft von Nesseltieren, zum Beispiel der zwei bis drei Millimeter große ROSAFARBENE STILETT-LEISTENFUSS (*Genitoconia rosea*; Abb. 7, S. 35) im Nordostatlantik oder die zentimetergroße *Eleutheromenia sierra* im Mittelmeer, die beide eine zweiteilige Greifraspelzunge besitzen. Nur wenige Formen, wie die ein bis fünfzehn Zentimeter große *Proneomenia sluiteri* aus Nordeuropa, scheinen »gewöhnliche Allesesser« zu sein. Trotz ihrer außerordentlich schmalen Fußfurche bewegen sich alle Tiere allein mit deren Hilfe – und zwar fast durchweg auf dem Bodensatz. Wir kennen bis heute nur eine einzige grabende Form; es ist der gedrungene KIELMONDLING (*Neomenia carinata*; KL 1–3 cm; Abb. 1, S. 35) der europäischen Küsten, der sich mit dem Rüssel einbohrt und Kleinstlebewesen sucht. Der SAND-FURCHENFUSS (*Biserramenia psammobionta*; KL 2–3 mm) bewohnt dagegen Sandlücken. Furchenfüßer bewegen sich durch den Wimperschlag des Fußes, unterstützt durch den Schleim der zahlreichen Drüsen, die sich besonders am Furchenbeginn über der vorstülpbaren Flimmergrube anhäufen. Alle frei lebenden Arten, unter ihnen auch der WALZEN-FURCHENFUSS (*Dorymenia vagans*; KL 6 mm) oder *Pruvotina impexa* (KL 1 cm; Abb. 5, S. 35), beide aus dem Mittelmeer, gleiten daher lang-



Verschiedene Raspelzungen von Furchenfüßern (je eine Querreihe abgebildet).



Kielmondling (*Neomenia carinata*).

sam dahin und ähneln in dieser Fortbewegung wie auch in der gesamten äußeren Gestalt oft sehr stark manchen Schnurwürmern (Nemertini; s. Band I).

Da die Furchenfüßer meist von tierlicher Nahrung leben, ist ihr Darm stets gerade; er hat aber meist seitliche Ausbuchtungen (Verdauungstaschen), zwischen denen die verstreubenden Muskelstränge zum Fuß ziehen. Bei vielen Vertretern ist ein starker Längsmuskel beiderseits der Fußfurche ausgeprägt; er ermöglicht ihnen ein schützendes Einrollen.

Die frei abgelegten Eier machen zunächst eine Spiralfurchung durch und entwickeln sich dann zu Schwimmlarven. Bei den meisten befindet sich — soweit bekannt — eine großzellige Hülle um den eigentlichen Embryo (Hüllglockentypus); dann wächst der Embryo zapfenförmig nach unten aus (Imaginalzapfen), schmilzt die zu klein gewordene Hülle ein oder wirft sie ab. Diese Entwicklung können wir beim Kielmondling, Scharotzerschlauch, Schlundkegel-Glattfuß und bei anderen Arten beobachten; der südostasiatische WARZIGE FURCHENFUSS (*Epimenia verrucosa*; Abb. 6, S. 35) mit seinen vergleichsweise riesigen Ausmaßen bis zu dreißig Zentimeter besitzt dagegen nur anfangs eine hutförmige Hülle und leitet so bereits zu denjenigen Weichtieren über, die eine Wimperkranzlarve (Trochophora; s. S. 26) besitzen. Außerdem treibt diese Art ebenso wie *Halomenia gravis* im Stillen Ozean und *Provotina providens* Brutpflege in Taschen des Mantelraums.

Vielfach leben die Furchenfüßer sogar in der Tiefsee. Da sie oft nur recht klein sind, werden sie meist übersehen oder in ihrer äußeren Gestalt nicht erkannt. Schutz gegen kleinere jagende Bodenbewohner wie Borstenwürmer, aber auch gegen Fische und andere Feinde bietet ihnen der mit Oberhaut und Kalkkörpern versehene Mantel; auch gegen die Einwirkungen der Nesselkapseln von Hohltieren stellt die mit Kalkkörpern bedeckte Haut eine Art »Schild« dar. Ein Beispiel dafür gibt der Nesseltieresser *Forcepimonia protecta* (KL 2 mm) aus dem Roten Meer, bei dem bei genauer Untersuchung festgestellt wurde, daß sein Mantel über und über mit »ausgeschossenen« Nesselkapseln besetzt war.

Leider hat die Forschung diese so bemerkenswerten Tiere jahrzehntelang nicht beachtet, so daß unsere Kenntnisse über sie noch sehr lückenhaft sind. Besonders die Verbreitung der einzelnen Arten ist noch wenig bekannt; so fand man zum Beispiel *Strophomenia indica* (Abb. 4, S. 35) sowohl in Indonesien als auch bei Neapel. Auch in mancher anderen Hinsicht wäre es zu wünschen, wenn sich die Zoologen dieser eigenartigen Restgruppe der Weichtiere künftig mehr widmen würden.

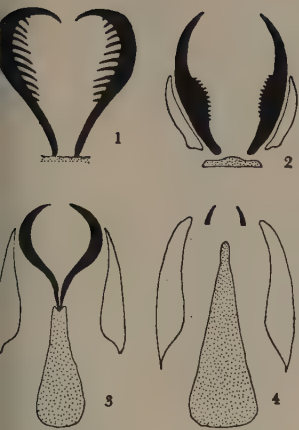
Die SCHILDFÜßER (Klasse Caudofoveata; Abb. S. 65/66) haben einen gestreckten, vollkommen vom Mantel mit Kutikula und Schuppen überzogenen Körper. KL 3 mm bis 14 cm. Hinter oder rings um den Mund mit einheitlichem oder geteiltem Fußschild (Grab- und Sinnesplatte). Mantelhöhle (Pallialraum) endständig, mit einem Paar echter fiederförmiger Kiemen (Ctenidien); terminales Sinnesorgan stets unpaar vorhanden. Mitteldarm meist mit einem bauchseitigen Verdauungssack; Muskulatur zwischen Mantel und Bauchseite (Dorsoventralmuskulatur) mit zahlreichen, jedoch meist rückgebildeten Strangpaaren. Ausleitung der Geschlechtszellen durch die Gänge des Herzbeutels (Coelomo-

Embryonalentwicklung



Fiederkiemen (Ctenidien) des Gemeinen Zangenschildfußes.

Klasse Schildfüßer



Rückbildung der Raspelzunge (s. S. 34) bei den Schildfüßern (je eine Querreihe abgebildet). 1 Echter Schildfuß, 2 Doppelschildfuß, 3 Zangenschildfuß, 4 Gemeiner Schildfuß (s. S. 34).

Stammesgeschichtliche Umbildungen



Gemeiner Zangenschildfuß (*Falcidens crossotus*, s. S. 34).

dukte); eigentliche Geschlechtsgänge (Gonodukte) fehlen. Getrenntgeschlechtlich mit freier Befruchtung. Grabende Formen im Bodensatz des Meeres. Drei Familien — Limifossoriden (s. S. 34), Prochaetodermatiden und Chaetodermatiden — mit sechs Gattungen und sechzig Arten.

Wieder haben wir eine kaum bekannte Weichtiergruppe vor uns, die zudem nur mit wenigen Arten in unseren Bereichen heimisch ist. Früher wurden die Schildfüßer lediglich als Familie (Chaetodermatidae) den sogenannten »Wurmmollusken« angereiht. Inzwischen ist man aber durch genaue Untersuchungen des Körperbaus zu der Überzeugung gelangt, daß die Schildfüßer eine eigenständige, unabhängige Stammesgeschichte durchlaufen haben und daß sie sogar als der am frühesten abgespaltene Molluskenzweig gelten müssen.

Die Eigenartigkeit der Schildfüßer zeigt sich vor allem in der schildartigen Platte, die hinter der Mundöffnung oder um sie herum liegt und die den Tieren gleichsam als ein Fußrest zum Wühlen oder Graben dient. Einen eigentlichen Fuß vermissen wir nämlich; der gesamte Körper ist vollkommen rund, und äußerlich läßt sich nur noch die endständige Mantelraumglocke mit den stets zwei Fiederkiemen als besonderes Merkmal erkennen. Sicher sind die Vorfahren der Schildfüßer flacher und breiter gewesen; der Körper hat sich dann seitlich abgerundet, was zu einem völligen Verlust des Weichtierfußes geführt hat. Auch das ist durch die besondere Lebensweise zu erklären: Schildfüßer graben nämlich im Bodensatz. Das tastende und suchende Graben mit dem »Kopfabschnitt« voran bewirkte naturgemäß bei den breiteren Vorfahren, die noch mit einer Kriechsohle versehen waren, eine Schrägstellung des Körpers; dadurch ragte das Hinterende mit den Fiederkiemen bei tieferem Eindringen in den Untergrund aus dem Bodensatz hervor. Der hintere Fußabschnitt wurde somit nutzlos, und es begann die von hinten nach vorn fortschreitende Rückbildung der Kriechsohle, die erst mit der Anpassung an die neue Gestalt und an das Graben mit Hilfe von Schwellkörpern auch am Vorderende verschwand. Die hinter dem Mund gelegene Grab- und Sinnesplatte, der Fußschild, stellt aber wahrscheinlich noch — wie wir mit S. Hoffmann annehmen können — den letzten vordersten Fußrest dar.

Die Rückbildung des Fußes von hinten nach vorn zeigt uns der ECHTE SCHILDFUSS (*Scutopus ventrolineatus*, KL 10–35 mm) aus der Nordsee und anderen Meeresteilen noch insofern, als am Vorderkörper die »Naht« deutlich zu erkennen ist, nicht aber im hinteren Abschnitt. Die Fiederkiemen blieben bei den nunmehrigen Bewohnern des Bodensatzes zum Atmen notwendig; sie rückten jedoch mit dem Mantelraum nach hinten.

Im Zusammenhang mit ihrer Körperform und ihrer Lebensweise zeigen die Schildfüßer mancherlei Rückbildungen. Sie verloren zum Beispiel die Ausführgänge aus der meist unpaaren und eingeschlechtlichen Keimdrüse, so daß auch hier — wie bei den Furchenfüßern — die Geschlechtszellen über den Herzbeutel und dessen Gänge in den Mantelraum ausgeleitet werden. Diese durch einen Ringmuskel fest verschließbare Höhle mit ihren beiden Fiederkiemen ist ähnlich wie bei den Furchenfüßern — wenn auch auf andere Weise — mit den beiden vorderen Schenkeln in den Körper eingesenkt;

dadurch bilden sich kurze, drüsige Rinnen oder Hohlräume (Schleimrinnen oder Schleimgänge), in welche die Gänge des Herzbeutels einmünden. Die meist starke Rückbildung der Muskeln zwischen dem Mantel und der Bauchmitte — dem ehemaligen Fuß — steht ebenfalls mit der Gestalt im Zusammenhang. Nur beim Echten Schildfuß zeigen sich noch in Gruppen angeordnete Strangpaare, ferner ein Längsmuskel (Einrollmuskel) beiderseits der Symmetrieebene des Körpers. Der dreischichtige Hautmuskelschlauch hat jedoch eine besondere Bedeutung beim Graben und ist — anders als bei den Furchenfüßern — recht kräftig ausgebildet.

Die Lebensweise hat auch zu Beeinträchtigungen im Ernährungsapparat geführt. Während die ursprünglicheren LIMIFOSSORIDEN (Familie Limifossoridae) noch durchweg eine kräftige zweiteilige Raspelzunge besitzen, hat dieses Organ bei den PROCHAETODERMIDEN (Familie Prochaetodermidae) wenige Querreihen und zeigt bereits verschiedene Plattenbildungen. Bei den CHAETODERMIDEN (Familie Chaetodermidae) ist die Raspelzunge nur mehr auf ein oder zwei Zangenpaare beschränkt wie beispielsweise bei der Gattung *Falcidens* oder gar zu mehr oder weniger großen Zähnchen (Dentikeln) verkümmert beziehungsweise ganz rückgebildet wie bei der Gattung *Chaetoderma*. In diesen Fällen wird die Raspelzunge durch Plattenbildungen ersetzt, die offensichtlich nur noch eine Quetschtätigkeit ausüben (Abb. S. 33). Der Verdauungsgang besteht in seinem weiteren Verlauf aus einem kurzen Sackmagen mit einer meist langen, unpaaren, bauchseitig gelegenen Mitteldarmdrüse und einem langen und geraden Enddarm.

Alle Schildfüßer bewohnen ausschließlich die Ablagerungen des Meeresbodens; sie stecken zum Teil in Gängen, bleiben aber oft mit der durch lange Endstacheln geschützten Mantelglocke an der Oberfläche, um die Kiemen zum Atmen weit vorzustrecken. Fast alle untersuchten Arten, besonders aber der bei Alaska heimische SCHLAMM-MAULWURF (*Limifossor talpoideus*; KL 6–12 mm; Abb. 10, S. 35), graben auch waagerecht unter der Oberfläche des Meeresbodens. Zur Atmung ist eine Durchblutung beider Kiemen wesentlich; sie erfolgt durch das kräftige Herz mit seinen Pumpbewegungen. Das Herz schlägt gewöhnlich neun- bis einundzwanzigmal in der Minute beim Echten Schildfuß; bei *Falcidens sagittiferus* sind es 25 bis 30, beim GEMEINEN ZANGENSCHILDFUSS (*Falcidens crossotus*; KL 10–25 mm; s. Karte S. 33) 27 bis 32 Schläge in der Minute.

Die Lebensweise der Schildfüßer bringt es mit sich, daß diese verborgenen Tiere nur selten gefunden werden. Ihr Körper ist sehr widerstandsfähig gegen Quetschungen in den beweglichen Bodenablagerungen. Hinzu kommt das dichte Schuppenkleid und die fast durchweg graubraune Färbung, durch die sie ihrer Umwelt vorzüglich angepaßt sind. Sie stecken in ihren senkrechten oder J-förmigen Gängen, seltener auch in waagerechten Anlagen, können aus ihnen aber nicht wie viele andere Grabtiere rückwärts herauskriechen. Durch abwechselndes Strecken und Zusammenziehen des Vorderkörpers dringen sie in den Boden ein und vermögen nur den Ort zu wechseln, indem sie sich nach vorn weitergraben — wahrscheinlich infolge der nach hinten stehenden Schuppen. Unter Umständen graben sie sich bei einer Platzveränderung wieder völlig neu ein. Der gesamte Grabvorgang bis

Furchenfüßer:

1. Kielmondling (*Neomenia carinata*, s. S. 31)
2. Schlundkegel-Glattfoot (*Nematomenia banyulensis*, s. S. 31)
3. Gelber Glattfoot (*Nematomenia flavens*, s. S. 31)
4. *Strophomenia indica*, (s. S. 32)
5. *Pruvotina impexa* (s. S. 31)
6. Warziger Furchenfuß (*Epimenia verrucosa*, s. S. 32)
7. Rosafarbener Stilet-Leistenfuß (*Genitoconia rosea*, s. S. 31)

Schildfüßer:

8. Gemeiner Schildfuß (*Chaetoderma nitidulum*, s. S. 37)
9. Lovens Zangenschildfuß (*Falcidens loveni*, s. S. 34)
10. Schlamm-Maulwurf (*Limifossor talpoideus*, s. S. 34)





1



3



4



5



2



6



7



8



9



11



10



12

Käferschnecken:

1. Rippen-Käferschnecke (*Lepidopleurus cajetanus*, s. S. 39)
2. Kugel-Käferschnecke (*Lepidopleurus cancellatus*, s. S. 39)
- 3., 4. Ischnochiton varians (s. S. 39)
5. Rote Käferschnecke (*Callochiton laevis*, s. S. 40)
6. Nuttallochiton hyadesi (s. S. 40)
7. Aschgraue Käferschnecke (*Lepidochitona cinereus*, s. S. 39)
8. Arktische Löcher-Käferschnecke (*Amicula vestita*, s. S. 40)
9. Mittelmeer-Chiton (*Chiton olivaceus*, s. S. 40)
10. Europäische Stachel-Käferschnecke (*Acanthochiton fascicularis*, s. S. 41)
11. Große Mantel-Käferschnecke (*Cryptochiton stelleri*, s. S. 41)
12. *Cryptoplax larvaeformis* (s. S. 42)

zum völligen Verschwinden des Tieres von der Oberfläche dauert beim nordatlantischen Gemeinen Zangenschildfuß zwanzig bis dreißig Minuten, beim EINFACHEN ZANGENSCHILDFUSS (*Falcidens guttuosus*; KL 5–15 mm) aus dem Mittelmeer fünf bis zehn Minuten, bei anderen Arten aber meist mehr als eine halbe Stunde.

Die Schildfüßer ernähren sich, indem sie kleinste Lebewesen, wie Algen oder Einzeller, aus dem sie umgebenden Boden aufnehmen; diese Beute gelangt dann zwischen die Schlundplatten des Raspelzungenapparats und wird von dort weitertransportiert.

Untersuchungen des Darminhalts haben ergeben, daß auch Formen mit gut ausgebildeter Greifraspelzunge von dieser Nahrung leben. Beim EINFACHEN DOPPELSCHILDFUSS (*Prochaetoderma raduliferum*; im Mittelmeer, KL 3–4 mm) wurde allerdings beobachtet, daß er die Raspelzunge aus dem weitgeöffneten Mund vorschob. Vielleicht »kehrt« die Raspelzunge hier das Futter zusammen, und der Fußschild dient als »Prüforgan«, indem er die Nahrungsteilchen geschmacklich ausliest.

Von den wenigen einheimischen Arten sind nur einige weit verbreitet, besonders der GEMEINE SCHILDFUSS (*Chaetoderma nitidulum*; KL 1–8 cm; Abb. 8, S. 35), der GEMEINE ZANGENSCHILDFUSS (*Falcidens crossotus*) und *Chaetoderma canadense* (KL 3–5 cm) von Nordamerika bis in das Mittelmeer. Allerdings wurden auch hier die Forschungen sehr lange vernachlässigt. Wir müssen annehmen, daß es mehr Arten gibt, als bisher bekannt sind, und daß sie auch eine größere Verbreitung haben, als wir bis jetzt wissen. Die sechs nordeuropäischen und die vier im Mittelmeer lebenden Vertreter dürften keineswegs die tatsächliche Formenmannigfaltigkeit der in unseren Gebieten lebenden Schildfüßer darstellen. Auch über die Vorgänge der Entwicklung ist noch viel zu erkunden; denn die frei im Wasser befruchteten Eier konnten bisher in ihrem Wachstum und in der Larvenbildung noch nicht beobachtet werden. Schließlich ist auch unser Wissen um die Biologie der Schildfüßer noch äußerst lückenhaft.

Klasse
Käferschnecken

Die KÄFERSCHNECKEN (Klasse Placophora) haben meist einen von oben nach unten stark abgeflachten Körper. Der Mantel trägt in der Mittellinie der Oberseite acht hintereinanderliegende, teils von Mantelteilen überdeckte Kalkplatten, die vom Mantelrandgürtel (Perinotum) umgeben sind, einer muskelstarken Hautfalte mit kalkigen Stacheln und Schuppen auf ihrer Hautbedeckung (Kutikula). KL 3 mm bis über 30 cm. Fuß flächig; Mantelhöhle annähernd um den Fuß reichend, mit 6–88 Paar gruppenweise angeordneten Fiederkiemen (Ctenidien). Osphradien bei den Einfachschaligen Käferschnecken rückgebildet. Mundscheibe vor dem Fuß, mit je einem Paar sogenannter »Zuckerdrüsen« und Verdauungssäcken (Mitteldarmdrüsen) am Darmkanal, dessen Bauart die einzelnen Gruppen kennzeichnet. Enddarm mündet im hintersten Teil der Mantelrinne; seitlich davon die getrennten, paarigen Nieren- und Geschlechtsöffnungen. Nierenorgane vielverzweigt; Form je nach Gruppe verschieden. Getrenntgeschlechtlich, freie Befruchtung. Rücken-Fuß-Muskeln (Dorsoventralmuskulatur) mit sechzehn Strangpaaren. Vorwiegend Algenweider auf ursprünglichen Hartböden. Drei Ordnungen: 1. Einfachschalige Käferschnecken

(Lepidopleurina; s. unten), 2. Gekerbtschalige Käferschnecken (Ischnochitonina; s. S. 39), 3. Stachel-Käferschnecken (Acantochitonina; s. S. 41). Insgesamt etwa tausend Arten.

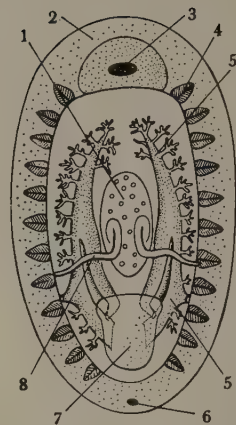
Der deutsche Name »Käferschnecken« bezieht sich auf die aus acht beweglich verbundenen Schalenstücken bestehende Rückenschale, die eine Gliederung vortäuscht, die für die Gliedertiere — zum Beispiel für Käfer — kennzeichnend ist. Die Schale wird umgeben vom Mantelrandgürtel, einer muskulösen Hautfalte, die auf der Oberhaut die für den ganzen Unterstamm so bezeichnenden Stacheln und Schuppen trägt. Hinzu kommt ein breiter, länglich-ovaler Kriechfuß und eine ihn umgebende Mantelrinne. Dies alles sind Körpermerkmale, wie wir sie uns bei den ursprünglichsten Weichtieren vorstellen (Abb. S. 65/66) — allerdings ohne die acht Rückenplatten, die nur den Käferschnecken zukommen. Diese Rückenplatten haben sich nämlich erst später ausgebildet, wahrscheinlich als Schutz gegen Umweltbedingungen, wobei sich die Muskulatur zwischen Mantel und Fuß entsprechend der Plattenzahl zu zwei mal acht Strangpaaren zusammenballte.

Alle Käferschnecken sind Meeresbewohner. Die Mehrzahl der Arten ist in der Brandungszone und knapp darunter zu finden; nur wenige Formen leben in der Tiefsee oder sind seitlich verschmälerte »Schliefer« (s. S. 30, 41, 42). Die Beweglichkeit der Rückenplatten gegeneinander und ein starker Längsmuskel ermöglichen es den Tieren, sich teilweise wie Asseln einzurollen und dadurch Schutz gegen Verletzung und vor kleineren Feinden zu finden. Gewöhnlich sind die Käferschnecken aber durch ihre sechzehn Paar Dorsoventralmuskeln mit Fuß- und Mantelrand fest an die Unterlage angeschmiegt; dadurch bewahren sie sich in der Gezeitenzone vor Austrocknung. Vielfach lassen sie sich eher zerreißen als ablösen, und meist gelingt es nur durch Überraschung, unbeschädigte Käferschnecken zu erbeuten.

Die Raspelzunge mit ihren siebzehn Zähnen je Querreihe ist in der gesamten Gruppe sehr einheitlich; sie stellt bei den Käferschnecken ein wirkliches Raspelwerkzeug dar, das in der Hauptsache dazu dient, den Algenbewuchs der Felsen in den Küstenzonen abzuschaben.

Die EINFACHSCHALIGEN KÄFERSCHNECKEN (Ordnung Lepidopleurina) haben stets freie Schalenplatten, die keine Randkerben (Incisuren) aufweisen; achte Schalenplatte in ein vorderes und ein hinteres Feld geteilt; Kalkkörper einfach oder fehlend. Ursprüngliche Gruppe mit drei Familien, darunter die Lepidopleuriden (s. unten) und Hanleyiden (s. S. 39).

Mehrere ineinandergreifende Merkmale zeigen die besondere Stellung dieser altertümlichen Käferschnecken. Am deutlichsten fällt der recht ursprüngliche Bau der Schalenplatten auf. Es fehlt noch eine feste Verbindung von Rückenplatten und Muskulatur, da hier die erst im Laufe der späteren Stammesgeschichte gebildete zweitunterste Schalenschicht (Articulamentum) nur durch zwei sogenannte Gelenkflügel (Apophysen) an der zweiten bis achten Platte in Erscheinung tritt. Die Familie der LEPIDOPLEURIDEN (Lepidopleuridae) umfaßt sowohl die kleinsten Formen der Käferschnecken als auch die meisten Tiefseeformen. Unter den wenigen Arten, die im Flachwasser leben, sind sowohl die ASSEL-KÄFERSCHNECKE (*Lepidopleurus asellus*) als auch die feuerländische Art *Lepidopleurus medinae* Nahrungsspezialisten; beide



Anatomie der Käferschnecken (ohne Verdauungsapparat; s. S. 37): 1 Keimdrüse, 2 Mantel- (Pallial-) Raum, 3 Mundöffnung, 4 Fiederkiemen (Ctenidien), 5 Niere, 6 After (Anus), 7 Herzbeutel (Pericard), 8 Geschlechtsgänge (Coelomodukte).

Ordnung Einfachschalige Käferschnecken



Assel-Käferschnecke (*Lepidopleurus asellus*).



Aschgraue Käferschnecke
(*Lepidochitona cinereus*).

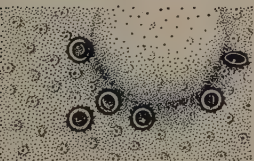
Ordnung
Gekerbtschalige
Käferschnecken

Arten sind ein bis zwei Zentimeter groß, leben auf sandigen Böden und nehmen Kieselalgen auf. Die nur vier bis fünf Millimeter messende, bisher nur aus der Adria bekannte SAND-KÄFERSCHNECKE (*Lepidopleurus intermedius*) bewohnt hingegen die Lückenräume des gröberen Muschelsandes. Häufig entziehen sich diese Arten ebenso wie die gleichfalls sehr kleine KUGEL-KÄFERSCHNECKE (*Lepidopleurus cancellatus*; Abb. 2, S. 36) durch Zusammenrollen der Beobachtung; hinzu kommt die starke Farbgleichheit mit dem Untergrund, wie wir es auch bei der sonst recht auffälligen RIPPEN-KÄFERSCHNECKE (*Lepidopleurus cajetanus*; KL 3 cm; Abb. 1, S. 36) aus dem Mittelmeer und vor Portugal feststellen können.

Weitaus die Mehrzahl der Arten dieser Familie bewohnt mit kleinen, unscheinbaren Formen bis zwei Zentimeter Länge die Tiefsee. Der bisher tiefste Fundort betraf die Art *Lepidopleurus benthus* (KL 8 mm), die bei 4200 Meter im Nordpazifik festgestellt wurde. Ebenso wie der bis 1890 Meter tief gehende *Lepidopleurus belknap* (KL 10 mm) und die antarktische Küstenform *Hemiarthrum setulosum* innerhalb der HANLEYIDEN (Familie Hanleyidae) zeichnet sich diese Art durch nur sechs bis sieben Kiemenpaare aus — ein Merkmal, das wir als weitgehend ursprünglich ansehen müssen. Unter den Vertretern der Hanleyiden lebt die weitverbreitete, durch ihre schmutzige Farbe wenig auffallende *Hanleya hanleyi* (KL 1–2 cm) von Schwämmen.

Bei den GEKERBTSCHALIGEN KÄFERSCHNECKEN (Ordnung Ischnochitonina) weisen die meist freien Schalenplatten deutliche Randkerben (Incisuren) auf. Achte Schalenplatte in ein vorderes und ein hinteres Feld geteilt; Gürtel breit mit sehr unterschiedlichen Kalkkörpern. Neun Familien, darunter CHITONIDEN (Chitonidae) und MOPALIIDEN (Mopaliidae).

Diese sehr mannigfaltige Gruppe enthält sowohl kleine als auch große Formen. Mehrere Arten sind durch ein besonders hochentwickeltes Merkmal ausgezeichnet, so zum Beispiel die wie *Ischnochiton varians* (Abb. 3 u. 4, S. 36) in der Färbung sehr variierende ASCHGRAUE KÄFERSCHNECKE (*Lepidochitona cinereus*; Abb. 7, S. 36). An den Rückenplatten können wir bei diesem bis über zwei Zentimeter großen Tier teilweise schon ohne Zuhilfenahme einer Lupe feine, stumpffarbige bis dunkelglasige Punkte feststellen. Dies sind die Durchbruchstellen und Enden hochempfindlicher nervöser Hautfortsätze (Aestheten), die mit je einem Hauptast und zahlreichen Nebenästen die beiden oberen Lagen der Schalenstücke durchbohren. Bei der Aschgrauen Käferschnecke sind es vierzehn bis siebzehn Nebenäste. Diese Sinnesorgane dienen der Wahrnehmung von Licht und Schatten, denn die Käferschnecken sind vorwiegend Lichtflüchter. Mehrere Arten besitzen sogar richtige Augen in der Schale! Die höchstentwickelte Stufe dieser Organe stellen Sinneszellen dar, die mit großer Linse versehen und von Farbstoff umlagert sind. Wir finden sie allerdings nur bei einigen nicht in unseren Gebieten heimischen Arten, besonders bei der zu den Chitoniden gehörenden Gattung *Acanthopleura* mit der Art *Acanthopleura spiniger*.



Schalenaugen von *Acanthopleura spiniger*. Das in der oberen Abbildung umrandete Feld ist unten vergrößert dargestellt.

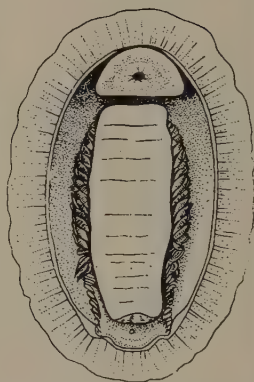
Ein Forscher gibt an, daß die Aschgraue Käferschnecke Brutpflege treibt. Zwar ist das bei dieser Art noch unsicher, doch die ZWITTER-KÄFERSCHNECKE (*Lepidochitona raymondi*) sorgt ebenso wie *Ischnochiton imitator* und *Ischnochiton hewitti* zweifelsfrei für die Nachkommenschaft. Außerdem ist die

Zwitter-Käferschnecke die einzige zwitterige Art. Bei allen anderen Käferschnecken gibt es Männchen und Weibchen, und ihre Keimdrüsen sind gewöhnlich zu einem unpaaren Schlauch verschmolzen, der auf jeder Seite durch einen eigenen Gang ausmündet. Bei *Notochiton mirandus* und bei *Nuttalochiton hyadesi* (Abb. 6, S. 36) ist die Geschlechtsdrüse aber noch paarig, mit vollständiger Scheidewand. Der letzteren Art fehlt sogar die Aorta. Bei zwei weiteren Brutpflegenden Angehörigen dieser Ordnung, *Nuttalochiton thomasi* und *Middendorffia polii*, werden die befruchteten Eier bis zum Ausschlüpfen der Larven in der Mantelrinne zurückgehalten. Es gibt sogar eine Art, bei der die Nachkommen nicht als Larven, sondern bereits als Jungtiere zur Welt kommen: *Callistochiton viviparus*.

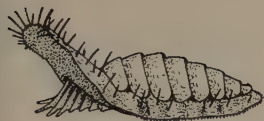
Auch zwei Arten aus der Familie der Chitoniden, *Chiton barnesi* und *Chiton nigrovirens*, ziehen ihre unfertigen Jungen in der Mantelrinne auf. Nach dieser Familie werden die Käferschnecken auch häufig nur vereinfacht als »Chiton« bezeichnet; das griechische Wort »Chiton« bedeutet hierbei einen mit Platten besetzten Waffenrock. Im europäischen Gebiet sind die Chitoniden nicht sehr formenreich vertreten. Immerhin kommt der MITTELMEER-CHITON (*Chiton olivaceus*; Abb. 9, S. 36) in seinem mediterranen Verbreitungsgebiet recht häufig vor. Er ist in allen Tönungen gefärbt und ändert seine Farbe nicht selten im Alter oder durch Nahrungswechsel. Häufig aber kommt es bei ihm zu Farbabweichungen durch Überwachsen mit Algen oder anderen Lebewesen oder durch Zerstörung der oberflächlichen Plattenschichten. Käferschnecken werden überhaupt von vielerlei Lebewesen »besiedelt«: So findet man auf *Ischnochiton* sogar die Muschel *Montacuta oblonga*. Meist werden Käferschnecken drei bis sechs Jahre alt. Während dieser Lebensdauer treten sowohl Verletzungen als auch altersbedingte Mangelerscheinungen auf, die zu den erwähnten Farbbänderungen führen können. Für den WESTINDISCHEN CHITON (*Chiton tuberculatus*) wird sogar eine Lebensdauer bis zu zwölf Jahren angegeben.

Durch einen breiten Gürtel fällt die ROTE KÄFERSCHNECKE (*Callochiton laevis*; Abb. 5, S. 36) etwas aus der Reihe der heimischen Formen heraus. Im Gegensatz zum Mittelmeer-Chiton ist sie aber weitgehend »farbbeständig«; da sich die zwei Zentimeter großen Tiere im Mittelmeer mit Vorliebe auf den roten Krustenalgen der Gattung *Peysonellia* aufhalten, wirkt ihre rote Farbe als Schutzfärbung. Diese Art besitzt lange, den Rand weit überragende, gebogene Stacheln und an jedem hinteren Plattenrand zwei seitlich gestreckte Dreiecksfelder mit dunklen Punkten: Es sind die mit innerem Farbstoff und kleiner Linse versehenen Schalenaugen. Daneben kommen aber auch noch verstreut die lichtwahrnehmenden Sinnesorgane (Aestheten) vor. Sogar eine so stark veränderte Art wie zum Beispiel die große ARKTISCHE LÖCHER-KÄFERSCHNECKE (*Amicula vestita*; Abb. 8, S. 36) bildet noch Schalensinnesorgane aus, obwohl ihre Rückenplatten fast vollkommen vom Mantel überwachsen sind, der nur noch Löcher frei läßt.

Recht ungewöhnliche, bei anderen Käferschnecken nicht vorhandene anatomische Besonderheiten schildert James McLean bei der Gattung *Placiphorella* aus der Familie der MOPALIIDEN (Mopaliidae). Unter ihnen ist der sogenannte »Kopflappen«, eine vordere Erweiterung des Gürtels, am stärksten



Westindischer Chiton von unten betrachtet. Neben dem Fuß (Mitte) die Fiederkieimen (Ctenidien).



Placiphorella velata, Mantel-
segel mit fühlartigen
Fortsätzen.

Ordnung
Stachel-Käfer-
schnecken

ausgeprägt. Im Gegensatz zu anderen Käferschnecken besitzt *Placiphorella* auch ein vor dem Kopf gelegenes Mantelsgel mit fühlartigen Fortsätzen. James McLean hat die Lebensweise und die Ernährungsvorgänge der Art *Placiphorella velata* (KL 2 cm) aus der Montereybucht in Kalifornien studiert, um zu entdecken, welche Vorzüge diese Sonderbildungen haben: »Anfangs wurden Tiere unter Wasser beobachtet, wo sie die rötliche Unterseite des »Kopflappens« aus Spalten und Geröllnischen auffallend vorstrecken und bei Berührung schnell an das Gestein drücken. Das gleiche Betragen ist im Aquarium zu sehen: Die Kopfsegelfühler bleiben am Untergrund angepreßt, während der »Kopflappen« erhoben ist. Lebende Flohkrebse wurden einer *Placiphorella* mit der Pinzette in einem Aquarium angeboten; und sofort klappte der »Kopflappen« hinunter.« Die Käferschnecke erbeutete auf diese Weise einen sechs Millimeter großen Flohkrebs und verdaute ihn innerhalb einer Stunde. Es gibt also unter den sonst algenschabenden Käferschnecken Ausnahmen, die von tierlicher Nahrung leben. Auch für *Chaetopleura papilio* und einige Arten der Gattung *Mopalia*, zum Beispiel *Mopalia hindsii*, wird dies angegeben. *Placiphorella velata* ist nach den Beobachtungen von McLean sogar ein richtiger »Fallensteller«.

Die am Rande gekerbten Schalenplatten der STACHEL-KÄFERSCHNECKEN (Ordnung Acanthochitonina) sind mehr oder weniger vom Mantel überwachsen. Achte Schalenplatte in vier Felder geteilt; Gürtel breit mit Stacheln, die oft in Büscheln stehen. Einzige Familie: ACANTHOCHITONIDEN (Acanthochitonidae).

Die schon bei der Löcher-Käferschnecke und ihren Verwandten bestehende Neigung, daß der Mantel die Schalenplatten von der Seite her überwächst, läßt sich bei allen Stachel-Käferschnecken feststellen. Ein weiteres besonderes Merkmal zeigen die STACHEL-KÄFERSCHNECKEN I. E. S. (Gattung *Acanthochiton*). Wenn wir einen Blick auf die EUROPÄISCHE STACHEL-KÄFERSCHNECKE (*Acanthochiton fascicularis*; Abb. 10, S. 36) werfen, die bei uns bis an die Wasserlinie vorkommt, fallen uns sofort zwei mal neun Stachelbüschel seitlich der Schalenplatten auf. Sie dienen als Tastvorrichtungen. Sehr ähnlich ist die GEMEINE STACHEL-KÄFERSCHNECKE (*Acanthochiton communis*; KL 2,5 cm), die im Mittelmeer, an der portugiesischen Küste und im Indopazifik vorkommt und sich von der europäischen Art gut durch die geringe Größe unterscheiden läßt. Bei der GROSSEN MANTEL-KÄFERSCHNECKE (*Cryptochiton stelleri*; Abb. 11, S. 36) sind die Schalenplatten von allen Seiten her vom Mantel überwachsen; außerdem hält diese ziegelrotgefärbte Art aus Nordasien den Größenrekord unter den Käferschnecken: Sie mißt bis zu 33 Zentimeter. Dieser Riese ist vollkommen mit kleinen spitzen Kalknadeln bedeckt — ein »Stachelweichtier« also, das in dieser Hinsicht den Furchenfüßern (s. S. 30) ähnelt. Diese Ähnlichkeit ist aber nur auf gleichlaufende Entwicklung zurückzuführen, obwohl man die Gattung *Cryptoplax* mit ihrem verschmälerten Körper früher einmal tatsächlich als Übergangsform zwischen Käferschnecken und Furchenfüßern angesehen hat. Wenn auch von einer derartigen gegenseitigen Ableitung dieser beiden Tierklassen keine Rede mehr sein kann, so sind solche Übereinstimmungen doch schöne Beispiele für eine durch ähnliche Lebensweise bedingte gleichsinnige Entwicklung (Konvergenz), wie wir das in anderer Weise auch für die Furchenfüßer und Schildfüßer (s. S. 29 u. 33) gesehen haben.



Europäische Stachel-Käfer-
schnecke (*Acanthochiton*
fascicularis).

Der fünf bis zehn Zentimeter große *Cryptoplax larvaeformis* (Abb. 12, S. 36) aus dem Stillen Ozean und andere Vertreter dieser Gattung leben nach den Worten von L. Plate »in Löchern und Spalten des Gesteins, ziehen sich außerordentlich lang, bis über einen Fuß aus und beschreiben dabei Knickungen und Winkel mit dem Körper. Ist der Kanal sehr eng, so dringt nur das Vorderende ein, alles übrige bleibt als dicker geschwollener Anhang draußen und reißt beim Ziehen an der Übergangsstelle leicht ab. Sie vermögen aber auch frei an der Oberfläche der Korallenblöcke umherzukriechen. Die riesige Entwicklung der Mantelmuskulatur, die hohe Contractilität [Fähigkeit, sich zusammenzuziehen] und die Rückbildung der Schalen sind also Anpassungen an die bohrende Lebensweise.«

Abgesehen von den genannten Käferschnecken, die Brutpflege treiben oder gar lebende Junge zur Welt bringen, gelangen die Eier im allgemeinen in zwei Gallertschnüren verpackt als Laich in das Wasser, wo sie sich vorwiegend frei entwickeln. Aus den ohne Begattung besamten Eiern entstehen freischwimmende Wimperkranzlarven (Trochophora; s. S. 23). Sie besitzen aber ein Paar Augen und eine unpaare Fußdrüse; sowohl das Augenpaar als auch die Fußdrüse bilden sich jedoch später wieder zurück. Sehr zeitig beginnen sich an der Larve schon die acht Rückenplatten abzuzeichnen. Bereits nach wenigen Stunden verliert sie die Bewimperung und sinkt zu Boden.

Drittes Kapitel

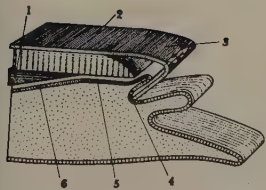
Die Schalenweichtiere

Unterstamm
Schalenweichtiere
von L. v. Salvini-Plawen

Alle diejenigen Weichtiere, die entweder eine Schale (Concha) tragen oder zumindest von schalentragenden Vorfahren abstammen, stimmen auch in vielen weiteren Merkmalen überein; wir fassen sie deshalb in einem Unterstamm zusammen und benennen sie nach der auffälligsten Gemeinsamkeit als Schalenweichtiere. Diese kalkige Mantelbildung ist meist großflächig und einheitlich, kann aber bei mehreren Gruppen auch verkümmert sein oder sogar ganz verschwinden. Doch die Entwicklung der Larven beweist uns, daß dieses auffällige Merkmal bei allen diesen Weichtieren auftritt. Natürlich können wir bei Weichtierschalen nicht von einem »Skelett« sprechen, denn die Schalen sind zwar Hartteile, werden aber nur als Abscheidung gebildet. Sie verleihen diesen höheren Weichtieren Festigkeit und zusätzlichen Schutz, sind jedoch keine lebensnotwendig mit dem Tierkörper verbundenen Bestandteile, das wird auch durch die zahlreichen Schalenrückbildungen deutlich.

Zoologische
Stichworte

Die Gesamtgröße der SCHALENWEICHTIERE (Unterstamm Conchifera) reicht von 1 mm bis 22 m. Innere Organe häufig in einem rückseitig erhobenen Eingeweidesack zusammengefaßt, der dann allein vom Mantel bedeckt ist; ohne Stachel-Kalkkörperchen. Augen und Fühler häufig, Schweresinnesorgane (Statozysten) stets vorhanden. Nervensystem mit Endverbindung der Seitenstämme unter dem Enddarm (Subrectalcommissur). Fuß verschieden-
gestaltig, Mantelhöhle (Pallialraum) häufig aus der Achse verschoben, selten rückgebildet. Verdauungsgang oft mit Fermentstiel (s. S. 69 u. 145), Mitteldarmdrüse in der Anlage paarig; After in vielen Fällen nicht am Körperende mündend. Bewohner des Meeres, des Süßwassers und des Festlandes. Fünf Klassen: 1. Napfschaler (Tryblidiacea; s. S. 47), 2. Schnecken (Gastropoda; s. S. 50), 3. Grabfüßer (Scaphopoda; s. S. 136), 4. Muscheln (Bivalvia; s. S. 143), 5. Kopffüßer (Cephalopoda; s. S. 189). Insgesamt etwa 124 000 Arten.



Schalenbildung (schematischer Schnitt durch den Mantelrand einer Muschel; s. S. 44): 4 Mantelepithel, das das Periostracum (3) abscheidet; 6 Mantelepithel, das die Perlmutter-schicht (1) abscheidet; 5 Mantelepithel, das die Prismenschicht (2) abscheidet (s. S. 44).

Schlagen wir ein Buch über Schnecken und Muscheln auf, so staunen wir über den Formen- und Farbenreichtum ihrer Schalen. Diesen oft herrlich bunt gefärbten und häufig bizarr aussehenden Hartteilen ist es zu verdanken, daß innerhalb des Stammes der Weichtiere zumindest die Schalenweichtiere eine große Volkstümlichkeit genießen. Schon in früheren Zeiten haben sie als »Conchylien« die Kuriositätenkabinette und Naturalienläden gefüllt und lebhaft Tauschgeschäfte aufblühen lassen; in Museen und Privatsammlungen waren sie daher seit langem gut vertreten. Dieses Interesse für die vielfach sehr hübschen Weichtierschalen war allerdings recht einseitig. Heute

beschäftigt sich die Wissenschaft mehr mit den Tieren selbst, ihren Merkmalen und ihrer Lebensweise.

Die Vielfältigkeit in der Ausprägung der Kalkschale verrät uns allerdings zugleich die Mannigfaltigkeit der Tiere selbst. Sie umspannt nicht nur einen Bogen von den kleinsten, glasig-zarten Schnecken bis zu den über einen Meter großen massigen Muscheln, sondern reicht auch von den zahlreichen gehäuselosen Nacktschnecken im Meer und auf dem Land bis zu den riesigen Tintenschnecken (»Tintenfischen«) mit ihrem inñeren Schulp (der hornigen oder kalkigen Schale der Kopffüßer). Es gibt in diesem Unterstamm bodenlebende, frei schwimmende, lebenslang fest sitzende und im Körper anderer Tiere schmarotzende Arten.

Bei allen Schalenweichtieren wird die Schale von einer eingesenkten Drüse am Rücken angelegt. Ihre spätere Flächenvergrößerung verdankt sie aber meist nur dem Drüsengürtel am Mantelrand; die Verdickung hingegen erfolgt durch Abscheidung von der Zellschicht der Rückenhaut aus. Im Regelfall bleibt so nur ein schmaler, reizempfindlicher Mantelsaum von der dreischichtigen Schale frei. Die Schale selbst besteht zuinnerst aus der — häufig rückgebildeten — Perlmutter-schicht, die grundsätzlich bei allen Schalenweichtieren zur Perlbildung (s. S. 152 u. 164) führen kann; da die Ausbildung von Perlen aber recht lange dauert und viele Schalenweichtiere kurzlebig sind, entstehen nur bei manchen Arten tatsächlich Perlen. Die mittlere Prismenschicht wird von einer organischen Deckschicht, dem Periostracum, überzogen (Abb. S. 43). Daher entspricht die Schale in ihrer Dreiteiligkeit genau den Rückenplatten von fossilen Käferschnecken, die ja auch nur drei Schichten aufweisen. Der Körper wird im übrigen von einer lederartig derben Haut bedeckt, die aber schlüpfrig ist, da überall Drüsenzellen in großer Zahl eingelagert sind.

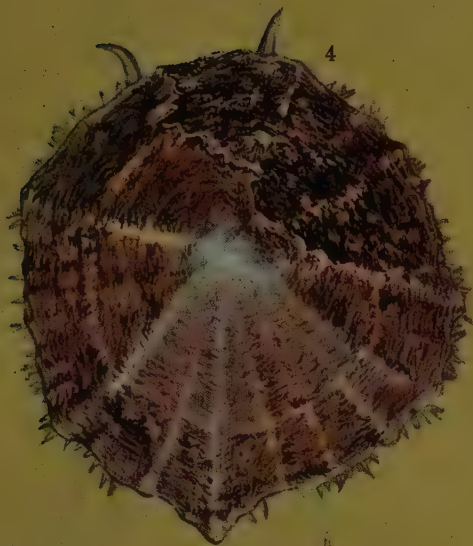
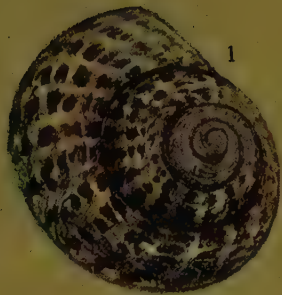
Auch in der weiteren Anordnung ihrer Körperteile heben sich die Schalenweichtiere in manchen Punkten deutlich von den Stachelweichtieren ab. Das ist vor allem auf die höhere Entwicklungsstufe, auf die Eroberung extremer Lebensräume und die entsprechende Spezialisierung zurückzuführen. Die Herausbildung einer Kopfreion mit Fühlern und Augen, die Schweresinnesorgane im vorderen Fußteil und das Zusammenrücken des Reizleitungssystems auf wenige Nervenknöten (Ganglien) geben uns hierfür ein deutliches Zeugnis. Hingegen können die Prüfwerkzeuge (Osphradien) an den Kiemen mit diesen — oder aber auch unabhängig davon (Napfschaler, Tintenschnecken) — rückgebildet sein.

Die Entwicklung vom Ei bis zum fertig ausgebildeten Tier verläuft bei sehr hochstehenden Formen — wie zum Beispiel den Kopffüßern, den Landschnecken und den im Süßwasser lebenden Gruppen — anders als bei den übrigen Weichtieren. Im allgemeinen aber sind auch bei den Schalenweichtieren die Spiralfurchung und die — bei den Muscheln noch dreistufigen — Larvenstadien ohne Einteilung des Körpers in Abschnitte (Segmente) kennzeichnende Merkmale der Entwicklung. Die systematische Unterteilung in die genannten fünf Klassen stützt sich vorwiegend auf Merkmale von Schale, Mantel und Fuß. In dieser Hinsicht können wir die Vertreter der einzelnen Klassen schon äußerlich meist gut unterscheiden.

Die Schale

Altschnecken:

1. Turbanschnecke (*Monodonta turbinata*, s. S. 60)
2. Fluß-Schwimmschnecke (*Theodoxus fluviatilis*, s. S. 61)
3. Bunter Kreisel (*Calliostoma zyziphinus*, s. S. 59 u. Abb. S. 74)
4. Blaue Napfschnecke (*Patella coerulea*, s. S. 58, vgl. Abb. S. 74)
5. Mittelländische Schwellenschnecke (*Diodora italica*, s. S. 57)
6. Mittelländisches Seeohr (*Haliotis lamellosa*, s. S. 54, vgl. Abb. S. 74)





Viertes Kapitel

Die Napfschaler

Klasse
Napfschaler
von L. v. Salvini-Plawen

Breitzünger:

1. Gemeine Sumpfdeckelschnecke (*Viviparus con-
tectus*, s. S. 63)
2. Netzhornschnecke
(*Bittium reticulatum*,
s. S. 77)
3. Gemeine Seenadel-
schnecke (*Gourmya vul-
gata*)
4. *Turboella inconspicua*
(s. S. 69)
5. Gemeine Landdeckel-
schnecke (*Pomatias elegans*,
s. S. 68)
6. Große Strandschnecke
(*Littorina littorea*, s. S. 68,
vgl. Abb. S. 71 u. Abb.
S. 74)
7. Gemeine Wendeltreppe
(*Epitonium clathrus*,
s. S. 78)
8. Mittelländische Wurm-
schnecke (*Serpulorbis
arenaria*, s. S. 76)
- 9., 10. Adansons Wurm-
schnecke (*Vermetus adan-
soni*, s. S. 76)
11. *Entoconcha mirabilis*
(s. S. 81)
12. Pantoffelschnecke
(*Crepidula fornicata*,
s. S. 82)

Bei der ursprünglichen Gruppe der heute lebenden Schalenweichtiere, den NAPFSCHALERN (Klasse Tryblidiacea), finden wir zahlreiche Merkmale, die zwischen denen der Käferschnecken (s. S. 37) und der Schnecken (s. S. 50) vermitteln. In älteren Tierbüchern suchen wir jedoch vergeblich diese Weichtierklasse — es sei denn, daß wir sie in einem Werk über ausgestorbene Formen finden. Es erregte unter den Zoologen deshalb gewaltiges Aufsehen, als die Expedition des Forschungsschiffes »Galathea« am 6. Mai 1952 zum erstenmal heute noch lebende Napfschaler erbeutete — und zwar aus der Tiefsee vor der mittelamerikanischen Küste von Costa Rica.

Die Napfschaler haben einen in der Längsachse gestreckten Körper, dessen Mantel das gesamte Tier überdeckt und eine einheitliche napfförmige Schale abscheidet. KL 2 mm bis über 35 mm. Fuß flächig; Mantelhöhle annähernd um den Fuß reichend mit fünf bis sechs Paar Fiederkiemen. Verdauungsgang mit zwei großen, rückwärts gelegenen Drüsensäcken (Zuckerdrüsen) und Fermentstiel (s. S. 69 u. 145); Muskulatur zwischen Mantel und Fuß (Dorsoventralmuskulatur) mit acht bis zehn Strangpaaren. Getrenntgeschlechtlich. Bewohner der Tiefsee; bisher nur fünf Arten bekannt.

Daß die Napfschaler die ursprünglichsten Schalenweichtiere von heute sind, erkennen wir schon an ihrem den gesamten Körper überdeckenden Mantel. Er scheidet in voller Ausdehnung eine dünne Schale ab; diese zeigt eine flache napf- bis mützenförmige Gestalt, wobei der »Mützenzipfel« (Apex) sich am Vorderende der kegelartig verjüngten Schale befindet (Abb. S. 49). Drehen wir so ein Tier um, erkennen wir zunächst die kreisrunde bis ovale Fußsohle und die davor liegende Mundöffnung mit ihren Tentakeln und Lappen; in der Mantelrinne, die den Fuß umgreift, zeichnen sich auf jeder Seite fünf bis sechs Kiemen ab, die allerdings nur einseitig befiedert sind, ferner sechs Nierenöffnungen. Am Ende liegt der Mündungskegel des Darmes.

Ihren besonderen wissenschaftlichen Wert haben die Napfschaler jedoch durch ihren inneren Aufbau erlangt. Er erweist sich von großer stammesgeschichtlicher Bedeutung. Beim Ernährungsapparat fallen neben der elfreihigen Raspelzunge, den Speicheldrüsen und dem in Schlingen gelegten Mitteldarm mit seinen Verdauungssäcken besonders zwei große vordere Darmsäcke (Zuckerdrüsen) auf, die an die entsprechenden Bildungen der Käferschnecken erinnern. Noch aufschlußreicher ist die Anordnung der Muskeln: Acht Paar kräftige Bündel ziehen vom Mantel (der Schale) in die Fußränder, wobei das

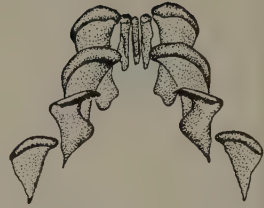
erste und das siebente Paar noch deutlich gespalten sind. Wir finden hier also die sechzehn Paar Dorsoventralstränge der Käferschnecken (s. S. 37 u. 38) zu jederseits acht (genauer zehn) Strängen zusammengefaßt, was durch die nun einheitlich gewordene Schale bedingt ist.

Das Nervensystem besteht aus einer Art »Gehirn« und vier Längsbahnen ohne Nervenknoten; es bildet zwischen den Muskelbündeln hindurch je eine Querverbindung, doch die Nerven sind randwärts davon unregelmäßig angeordnet.

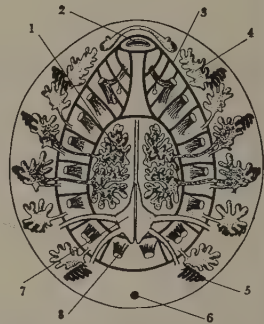
Das Nieren-Geschlechts-System setzt sich aus zwei Paar Keimsäcken zusammen, die unter dem Darmknäuel liegen, ferner aus sechs Paar Nieren (Mehrfachbildung). Das Herz hat eine paarige Hauptkammer, die wohl während der Embryonalentwicklung durch Spaltung der einheitlichen Anlage entsteht; es besitzt außerdem zwei Vorkammern. Durch eine richtige Schlagader (Aorta) wird die Blutflüssigkeit in den Kopfabschnitt geleitet. Die Napfschaler sind in Männchen und Weibchen geschieden, besitzen aber keine Begattungsorgane, so daß ihre Eier wohl im freien Wasser befruchtet werden. Bei *Neopilina galathea* und *Neopilina bruuni* konnten allerdings besondere Embryonalschalen festgestellt werden (sogenannte Protochonchen), die bei der erstgenannten Art zudem nach vorn (exogastrisch) spiralgewunden sind. Vielleicht treten bei den Napfschalern also Schwimmlarven auf.

Dieser hier nur kurz dargestellte Bauplan verrät, daß die Napfschaler in vielen Punkten eine Mittelstellung zwischen Käferschnecken und Schnecken einnehmen. Früher wurden die fossilen Formen deshalb als Einschaler (Monoplacophora) den Vielschalern (Polyplacophora), wie man damals die Käferschnecken nannte, gegenübergestellt. Es sind aber eindeutige Schalenweichtiere, wie schon aus der einheitlichen Schale, dem Fermentstiel im Magen, den Schweresinnesblasen (Statozysten) und der Nervenquerverbindung unter dem Enddarm hervorgeht. Die ersten Zoologen, die sich mit den neuentdeckten lebenden Napfschalern beschäftigten, nahmen an, daß diese Tiere eine echte Durchgliederung des Körpers in hintereinanderliegende Abschnitte (Coelom-Metamerie) besitzen, sie wollten sie deshalb von Gliedertieren (Ringelwürmern; s. Band I) ableiten. Diese Auffassung hat sich aber als unrichtig erwiesen, da bei den Napfschalern die Mehrfachbildungen einzelner Organe untereinander nicht zusammenhängen und kein wirklicher Beleg für das ehemalige Vorhandensein einer in Abschnitte gegliederten sekundären Leibeshöhle vorliegt. Wohl aber können wir die Napfschaler als Brücke zwischen Käferschnecken und übrigen Schalenweichtieren ansehen, da vor allem die gegenseitigen Verhältnisse der Muskulatur zwischen Mantel und Fuß für eine Verschmelzung der acht Schalenplatten, wie wir sie bei den Käferschnecken kennengelernt haben, zur einheitlichen Schalenplatte (Concha) der Schalenweichtiere sprechen.

Den wenigen Funden lebender Napfschaler, die eine so große zoologische Überraschung hervorgerufen haben, steht eine wohlbekannte Mehrheit von fossilen Vertretern gegenüber; sie weisen teils mützenförmige und teils nach vorn spiralgewundenen Schalen auf. Diese fossilen Formen führen auch im Zusammenhang mit der immer weiter fortschreitenden Konzentration der Dorsoventralmuskelbündel zu wenigen – sieben bis zwei – Paaren zu den



Raspelzunge von *Neopilina galathea*.



Anatomie der Napfschaler:

- 1 Keimdrüsen, 2 Mundöffnung, 3 Nervenstränge, 4 Nierensäcke, 5 Kiemen, 6 After (Anus), 7 Herz, 8 Rückenfußmuskulatur (Dorsoventralmuskulatur).

Fossile Napfschaler

ebenfalls fossilen Bellerophonacea (s. S. 27) und damit zu den Schnecken (s. S. 52). Besonders erwähnt sei hier die fossile *Sinuitopsis acutilira*: Ihre eingerollte Schale weist drei Paar Muskeleindrücke auf; die Schale hatte aber außerdem noch am hinteren Mündungsrand eine erhobene Einbuchtung (Sinus), die man bisher nur – mit einem Muskelpaar – von den Bellerophonacea kannte, wo sie auch wie bei den ja gedrehten Schnecken (s. S. 51 u. 54) als Schlitz ausgeprägt sein kann. *Sinuitopsis* zeigt also, daß einerseits den Bellerophonacea eine nach vorn spiralig gewundene Schale zukam und daß andererseits die erhobene Einbuchtung beziehungsweise das Schlitzband schon vorhanden war, bevor bei den Schnecken eine Drehung der gesamten Eingeweide eintrat.

Die Entdeckung der heutigen Napfschaler in der Tiefsee zwischen 2500 und 6500 Meter wurde durch den schon erwähnten Erstfund der Art *Neopilina galathea* (KL über 3,5 cm) eingeleitet. Dann fanden Forscher der »Vema« im Jahre 1958 eine zweite Art (*Neopilina ewingi*, KL 15 mm), 1960 erbeutete man vor der südkalifornischen Halbinsel mehrere Napfschaler der nur zweieinhalb Millimeter messenden Art *Neopilina veleronis*. Schließlich gab R. Menzies im Jahre 1967 die Entdeckung der Arten *Neopilina bruuni* und *Neopilina bacescui* bekannt, die beide dem Tiefseegraben vor Peru entstammen. Nach all diesen Funden aus den Tiefseegräben vor der pazifischen Küste Amerikas konnte am 22. Februar 1967 auch in der Alten Welt ein Napfschaler nachgewiesen werden: Er kam aus einer Tiefe von 3500 Meter im Golf von Aden zutage und hat eine so große Ähnlichkeit mit *Neopilina galathea*, daß er wohl nur als Vertreter einer geographischen Unterart (*Neopilina galathea adenensis*) gelten kann.

Auf dem Schlammgrund des Meeresbodens nehmen die Napfschaler offensichtlich ohne besondere Auswahl organischen Abfall (Detritus) zu sich; dabei verzehren sie zahlreiche Einzeller, wie Strahlentierchen, Lochschalentierchen und Kieselalgen, mit. Im Darm von *Neopilina ewingi* konnten auch Schwammnadeln und Stacheln von Seeigeln festgestellt werden. Vergleicht man die Funde, die auf der Expedition der »Galathea« gemacht wurden, mit denen der »Vema«, so zeigt es sich, daß die Tiefen zwischen 3300 und 3700 Meter offensichtlich in viel größerem Maße mit Lebewesen besiedelt sind als die Tiefen um 6000 Meter. Es ist erstaunlich, wieviel Tiergruppen noch durch etliche Formen in den größeren Tiefen vertreten sind, so zum Beispiel Ringelwürmer, Muscheln und Krebse, Nesseltiere, Schlauchwürmer und Schlangensterne, Furchenfüßer, Schildfüßer und Schnecken. Dagegen fehlen Grabfüßer, Zehnfüßkrebse, Asselspinnen, Moostierchen und Seeigel ab viertausend Meter.

Diese zwar spärlichen, aber doch aufschlußreichen Funde aus der Lebensgemeinschaft der Napfschaler geben uns immerhin einige Anhaltspunkte und Vorstellungen über die Lebensweise der Tierwelt aus diesen Tiefenbereichen, von denen man bisher vermutete, daß sie sehr lebensarm seien. Mit Spannung erwartet die Wissenschaft deshalb eine weitere Erforschung der Tiefsee, die uns sicherlich noch manche Überraschung bringen wird.



Ober- und Unterseite von
Neopilina galathea.

Fünftes Kapitel

Die Schnecken

Im allgemeinen betrachtet der tierkundlich interessierte Laie die Schnecken nicht nur als kennzeichnende Vertreter der Schalenweichtiere, sondern häufig auch als die typischen Weichtiere schlechthin, obwohl gerade diese Tierklasse im Zusammenhang mit ihrer hohen Entwicklung in vielerlei Hinsicht vom durchschnittlichen Bau der Mollusken abweicht. Immerhin sind die Schnecken zweifellos die volkstümlichsten Weichtiere; das zeigen uns ja schon viele Wortverbindungen aus unserer Umgangssprache, in denen der Begriff »Schnecke« vorkommt. Angefangen vom sprichwörtlichen »Schneckentempo« bis zum »süßen Schneck« als Kosewort, haben sich diese Tiere regelrecht in die Redewendungen unseres Alltags »eingeschlichen«. In vielen Gegenden bezeichnet man spiralig gewundenes Gebäck als »Schnecken«. Hausfrauen ärgern sich über die »Salatschnecken« auf ihrem Gemüse. Schließlich sind einige Schnecken sogar in die Ernährung eingegangen; sie gelten bei Feinschmeckern als Leckerbissen.

Die SCHNECKEN (Klasse Gastropoda) sind Schalenweichtiere mit meist abgesetztem Kopf, in der Regel unsymmetrisch-spiralig erhobenem Eingeweidetrakt und gleichartig geformter Schale, die jedoch alle Stufen der Rückbildung zeigen und auch längsgeteilt sein kann. KL 1 mm bis über 60 cm. Fuß flächig und meist schwanzartig verlängert, teilweise lappig verbreitert, nicht selten rückgebildet. Verdauungstrakt teilweise mit Fermentstiel. Muskulatur zwischen Mantel und Fuß (Dorsoventralmuskulatur) meist zu einem rechtsseitig-unpaaren Spindelmuskel zusammengefaßt oder rückgebildet. Getrenntgeschlechtlich oder Zwitter, meist mit innerer Befruchtung. Verbreitung im Meer, im Süßwasser und auf dem Festland. Zwei Unterklassen: 1. Gekreuzt-nervige Schnecken (Streptoneura; s. S. 53) mit zwei Ordnungen, 2. Geradenervige Schnecken (Euthyneura; s. S. 95) mit acht Ordnungen. Insgesamt etwa 103 000 Arten.

Die Kenntnisse der meisten Menschen von diesen volkstümlichen Weichtieren fußen verständlicherweise fast durchweg auf den Lungenschnecken. In Garten und Feld, in Aquarien und im Schulunterricht stoßen wir immer wieder auf sie, vielleicht auch in Museen, wo uns allerdings nur die oft verwirrende Fülle der Schalenformen begegnet. Betrachten wir jedoch die Klasse der Schnecken insgesamt, so sehen wir bald, daß die Lungenschnecken nur eine einzige spezialisierte Teilgruppe aus einer großen Formenmannigfaltigkeit darstellen.

Klasse
Schnecken
von L. v. Salvini-Plawen

Zoologische
Stichworte

Schon rein äußerlich erkennen wir beim Blick auf eine Schnecke, daß diese Tiere einen richtig ausgeprägten Kopf mit Augen besitzen, ferner einen Kriechfuß mit dem darüber erhobenen, spiralig gewundenen Gehäuse. In dieses Gehäuse können sich die Schnecken meist vollständig zurückziehen, soweit sie ein solches Haus besitzen; denn bei etwa einem Zehntel aller Arten ist im erwachsenen Zustand keine Schale mehr vorhanden oder zumindest so wenig ausgebildet, daß sie nicht mehr als Schutz dienen kann. Weniger auffällig ist für den ungeschulten Betrachter vielleicht der unsymmetrische Bauplan des Körpers. Nicht nur die Schale ist oft einseitig-kegelförmig aufgewunden; auch der gesamte, vom Mantel umgebene Eingeweidekomplex hat keinen symmetrischen Bau. Der Mantelraum mitsamt seinen Organen liegt nicht hufeisenförmig um den Fuß im Hinterkörper; er ist nach vorn — also zum Kopf hin — gedreht. Diese Drehung (Torsion) des gesamten Eingeweidesackes (Visceralkomplexes) einschließlich der Schale um ursprünglich 180 Grad nach vorn unterscheidet mit all ihren Folgen die Schnecken grundsätzlich von den übrigen Weichtieren; daher sind die Schnecken weit davon entfernt, als kennzeichnender Weichtiertyp gelten zu können.

Drehung des
Eingeweidesackes

Wir wissen nicht, was diese Drehung verursacht haben mag; es gibt darüber verschiedene Ansichten. Doch die weitgreifenden Folgen dieser Veränderung erkennen wir an jeder Schnecke. Die Kriechsohle verlängerte sich schwanzartig. Meist ist nur der rechte Muskelstrang zwischen Mantel und Fuß vorhanden, während der Gegenstrang rückgebildet und nur bei einigen Paarkiemern und wenigen anderen Formen noch in Resten vorhanden ist. Die Kiemen mit den prüfenden Sinnesorganen (Osphradien), die Herzvorhöfe, Nierenorgane, Keimdrüsen und Mitteldarmdrüsen werden bei den Geradnervigen Schnecken im Zusammenhang mit einer teilweisen Rückdrehung stufenweise unpaar und befinden sich auf der linken Seite, die wegen der Drehung ursprünglich die rechte Seite war. Nur die Keimdrüsen befinden sich rechts und führen oft durch Anteile des rückgebildeten Nierensackes aus.

Schalenformen

Die Mannigfaltigkeit des Bauplans fällt uns zunächst bei den außerordentlich vielseitig ausgeprägten Schalen auf, die zur systematischen Bestimmung bedeutsam sind. An einer typischen gewundenen Schale unterscheiden wir die allgemeine Form (also kegelförmig, mützenförmig, tellerförmig, getürmt usw.) und die Windungsanordnung (also weit oder eng) mit einem oft freien Hohlraum (Nabel), der wiederum verschieden gestaltet sein kann (perspektivisch, durchbohrt oder geritzt). Der kegelförmige Hohlraum des Nabels bildet mit dem begrenzenden Schalenteil die Spindel (Columella); die Gehäuseöffnung wird als Mündung, die Spitze als Apex bezeichnet. Die schon erwähnte Neigung zur Rückbildung der Schale, wie wir sie am ausgeprägtesten bei den Nacktschnecken finden, umfaßt nicht nur den Aufbau selbst, sondern die gesamte Anlage. Daß gehäuselose Schnecken aber typische Gastropoden sind, können wir an der »Einseitigkeit« der inneren Organe erkennen.

Die Kriechsohle

Die Kriechsohle mit ihren Fußdrüsen erlaubt größtenteils ein ununterbrochenes Stemmschieben. Dabei können die Wimpern der Sohle den Antrieb geben wie bei unseren Wasserlungenschnecken; meist laufen aber zusätzlich Muskelwellen den Fuß entlang. Das Stemmschieben kann in der Wellenfolge am Fußende beginnen (retrograd, wie bei den Käferschnecken,

s. S. 37) oder vorn seinen Anfang nehmen (direkt), schließlich auch auf beiden Fußhälften getrennt (gegenseitig oder alternierend). Viele Schneckenarten schwimmen allerdings mit Hilfe seitlicher Fußlappen (Parapodien), die es den Tieren erlauben, sich wie mit »Flügelschlägen« durchs Wasser zu bewegen.

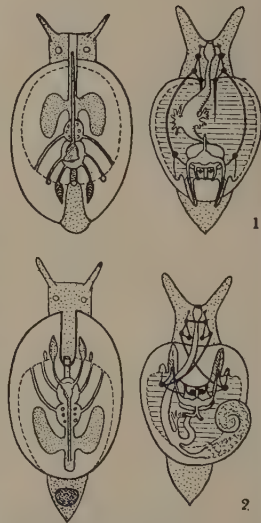
Die unpaare Raspelzunge ist bei den einzelnen Gruppen so verschiedenartig ausgebildet, daß die Schnecken fast alle ihnen nur möglichen Nahrungsquellen ausnutzen können; sie fehlt nur bei wenigen Gruppen oder Arten. Den Darmkanal finden wir sehr häufig vorn zu einem Rüssel ausgebildet, der mit einem starken Saugschlund verbunden sein kann. Dieser Saugschlund ist ebenso wie die diagonalen Herzmuskelfasern und wie vielfach auch die Fußlappen aus quergestreifter Muskulatur aufgebaut. Der Mitteldarm zeigt oft Kauplatten; bei denjenigen Arten, die sich von kleinsten Stoffen ernähren und die meist als »Strudler« leben, ist dort häufig eine eigene Tasche vorhanden, in der ein sogenannter »Gallertstiel« aus Fermenten geformt wird (s. S. 69; s. auch Muscheln, S. 145).

Der oft in verwirrender Vielfalt ausgebildete Geschlechtsapparat ist stets unpaar (rechtsseitig); in einfacheren Fällen, also bei den getrenntgeschlechtlichen Gekreuztnervigen Schnecken, besteht er aus einer Keimdrüse mit einem Ausführungsgang, der bei einigen Formen über den umgebildeten rechten Nierensack verlaufen kann. Bei den Männchen kommen oft noch eine Drüse und ein Begattungsorgan (Penis) hinzu, bei den Weibchen am Endabschnitt (Uterus) drüsige Eiweiß- und Schleimzellen. Die zwittrigen Geradnervigen Schnecken haben noch manche zusätzlichen Organe ausgebildet. Der gesamte Geschlechtsapparat umfaßt bei ihnen nicht nur die zweigeschlechtliche Keimdrüse (Zwitterdrüse) mit dem Ausführungsgang und dem Begattungsorgan; der Gang kann auch geschlechtlich getrennt sein, wobei sich der weibliche Teil außerdem oft in einen Begattungsgang und in einen Eiablagegang teilt. Verschiedene Anhänge, wie Eiweißdrüse, Schleimdrüse, Samenblase und Befruchtungstasche, kommen vielfach noch hinzu. Bei diesen Arten erfolgt die Begattung meist gegenseitig. Jedes Tier ist gleichzeitig als Männchen und als Weibchen tätig, wobei unsere einheimischen Hainschnecken (Familie Helicidae, s. S. 117) dem Partner zierliche Kalkstilette (»Liebespfeile«) als Reizmittel in die Haut stoßen.

Die Eier werden im Laich, in Kokons oder einzeln abgegeben. Sie entwickeln sich bei den meisten Meeresschnecken über die für Weichtiere kennzeichnende Spiralfurchung zu Schwimmlarven, die dem Trochophora- oder dem Veligertypus (s. S. 23) angehören. Dagegen entlassen die dotterreichen Eier besonders der Land- und Süßwasserschnecken beim Schlüpfen meist fertige Jungschnecken. Einige Formen treiben aber auch Brutpflege oder sind lebendgebärend.

Als direkte Vorläufer der Schnecken können die nur fossil vertretenen BELLEROPHONTACEA (s. S. 27 u. 49) gelten. Sie waren noch vollkommen symmetrisch gebaut, hatten eine kopfwärts eingerollte (exogastrische) Schale und einen paarigen Spindelmuskel. Durch die Drehung des Eingeweidesackes wurden die Schnecken dann unsymmetrisch und erhielten eine nach hinten eingerollte (endogastrische) Schale. Nur diese gedrehten Formen können wir als wirkliche Vertreter der Schneckenklasse bezeichnen.

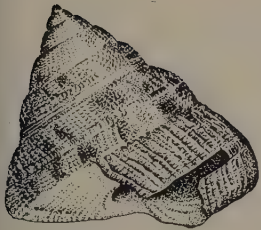
Quergestreifte Muskulatur



Gegenüberstellung der
Anatomie von Bellerophontaceen (1) und Gekreuztnervigen Schnecken (2).



Anatomie der Gekreuztnervigen Schnecken: 1 Auge, 2 überkreuzte Nervenstränge, 3 Mantel- (Pallial-)Raum, 4 Fiederkieme (Ctenidie), 5 Herzbeutel (Pericard), 6 Niere, 7 Mitteldarm, 8 Schalendeckel, 9 Keimdrüse, 10 Mitteldarmdrüse, 11 Fußtentakel, 12 Kriechsohle, 13 Mundöffnung.



Gehäuse der Millionärschnecke (s. S. 54).



1 Gemeines Seeohr (*Haliotis tuberculata*), 2 Mitteländisches Seeohr (*Haliotis lamellosa*, s. S. 54).

Die systematische Unterteilung der Schnecken erfolgt nach der verschiedenartigen Ausbildung der Mantelraumorgane. Früher unterschied man sogenannte »Vorderkiemer«, »Hinterkiemer« und »Lungenschnecken«. Heute ist die Ausbildung des Nervensystems aus Oberschlundganglien, Schlundring und zwei Längsstrangpaaren das für die Systematik wichtigste Kennzeichen; es hat natürlich in den beiden seitlichen, unter dem Enddarm verbundenen Bahnen auch eine Drehung erfahren. Danach unterscheiden wir heute die Gekreuztnervigen Schnecken von den Geradnervigen Schnecken (s. S. 93).

Die GEKREUZTNERVIGEN SCHNECKEN (Unterklasse Streptoneura) haben meist eine kräftig entwickelte Schale und einen entsprechenden Schalendeckel (Operculum). KL 1 mm bis über 60 cm. Mantelraum an der Vorderseite der Schale, Kiemen vor dem Herzen; seitwärts gelegene Nervenbahnen mit Überkreuzung. Polster der Zungenraspel mit blasigen Stützzellen (chondroid). Meist getrenntgeschlechtliche Meeresbewohner. Zwei Ordnungen: 1. Altschnecken oder Schildkiemer (Diotocardia; s. unten), 2. Kammkiemer (Monotocardia; s. S. 62) mit zwei Unterordnungen. Etwa 56 000 Arten.

Alle meeresbewohnenden Schnecken mit kräftig entwickeltem Gehäuse gehören zu dieser Unterklasse; sie sind durch meist starkwandige Schalen mit einem Verschlussdeckel (Operculum) ausgezeichnet. Von den Landschnecken abgesehen, sind es besonders diese Schneckenformen, welche die zahlreichen Sammlungen füllen. In Museen fallen sie durch ihre oft wie poliert aussehenden, farbig-leuchtenden und vielfach bizarr gestalteten Gehäuse auf. In manchen Gegenden gingen solche Meeresschnecken auch in die Sagen und Überlieferungen ein. So waren sie in den altmexikanischen Kulturen Symbole für Tod und Wiedergeburt, weil die gewundene Form der Gehäuse Leben, Wachstum und Verfall versinnbildlichen.

Der Schalendeckel (vgl. Abb. S. 60) an der Oberseite des Fußendes ist aus hornigen oder kalkigen Stoffen aufgebaut; er dient den erwachsenen Schnecken zum Verschluss ihres Gehäuses, dessen Mündungsform der Deckel meist genau angepaßt ist. Derartige Gebilde lassen in der Mitte einen »Bildungskern« (Nucleus) erkennen, der den Verschlussdeckel der Keimlingsstufe einschließt und um den die hinzugetretenen Anteile konzentrisch oder spiralig eingelagert sind. Gelegentlich kann man auch einen nach innen gerichteten Fortsatz erkennen, der teils der Muskeleinfügung dient, teils aber auch zusammen mit dem Schalenrand wie ein Scharnier wirkt. Die schon geschilderte Drehung hat es bewirkt, daß der Mantelraum am Vorderrand der Schale zu liegen kommt; die paarigen oder manchmal schon unpaaren Fiederkiemen befinden sich daher noch deutlich vor dem Herzen. Deshalb wurde die Gruppe früher auch als »Vorderkiemer« (Prosobranchia) bezeichnet. Nach dem Bau der Mantelhöhlenorgane lassen sich die Gekreuztnervigen Schnecken in Schildkiemer und Kammkiemer unterscheiden; die Kammkiemer bilden den stammesgeschichtlichen Ausgangspunkt für die Geradnervigen Schnecken.

Die ALTSCHNECKEN oder SCHILDKIEMER (Ordnung Diotocardia) sind geradnervige Schnecken mit meist noch zwei Herzvorhöfen, teils auch mit zwei Fiederkiemen und zwei Nierensäcken. Fiederkiemen haben gewöhnliche dop-

pelte Fiedern. Nervensystem des Fußes häufig noch als Markstränge (mit Nervenzellen belegte Stränge) vorhanden. Schale zum großen Teil mit innerster Perlmutter-schicht. Einundzwanzig Familien, die in fünf Überfamilien geordnet sind, mit zusammen etwa sechstausend Arten.

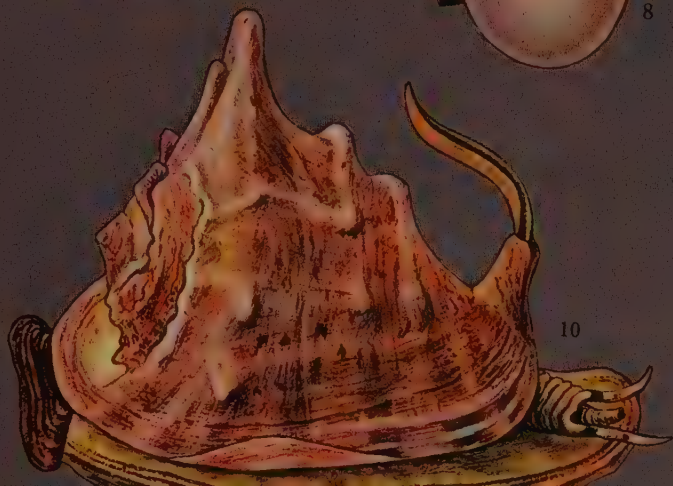
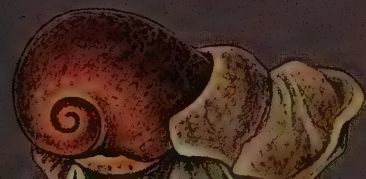
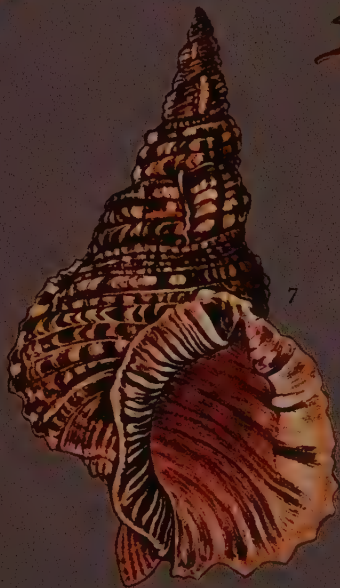
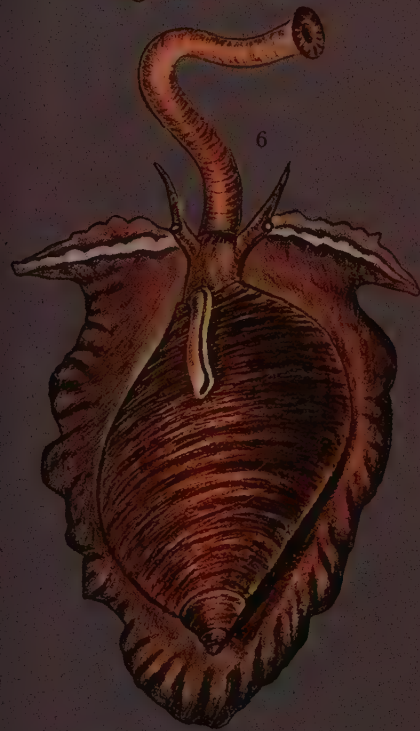
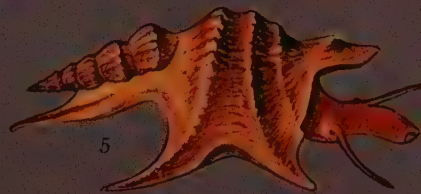
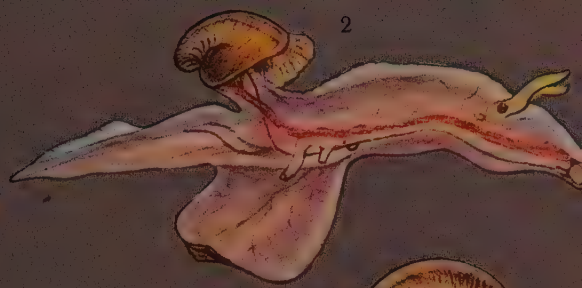
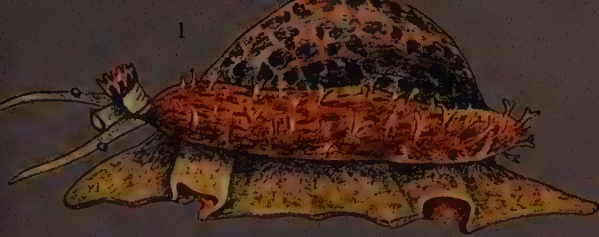
Diese Ordnung umfaßt die ursprünglichsten uns bekannten Schnecken. Das zeigt sich durch das Vorhandensein von meist noch zwei Herzvorhöfen und einem kopfständigen Mantelraum, der bei einigen Formen noch zwei echte Fiederkiemen aufweist. Besonders bei den PAARKIEMERN (Überfamilie Pleurotomarioidea) ist dieser urtümliche Zustand größtenteils erhalten geblieben. Wir finden bei den Paarkiemern auch in anderer Hinsicht einen geradezu idealen Anschluß an die fossilen Bellerophonacea. So weist die Schale der SCHLITZBANDSCHNECKEN (Familie Pleurotomariidae) im vorderen Abschnitt einen Längsschlitz auf, der oberhalb der Mantelhöhle vom Mantelraum bis über den After reicht; dadurch wird es ermöglicht, daß die Abfallstoffe nach oben — und nicht zum Kopf hin — abgeleitet werden. Die wenigen und seltenen Arten, die hierhergehören, haben sich als »lebende Fossilien« aus der Zeit des Unterkambriums (vor 500 Millionen Jahren), nur in den Tiefen des Karibischen Meeres und der ostasiatischen Meere bis heute erhalten. Erwähnt seien hier die MILLIONÄRSCHNECKE (*Pleurotomaria beyrichi*; Abb. S. 53) aus den Meeresgebieten rund um Japan und die WEST-INDISCHE SCHLITZBANDSCHNECKE (*Pleurotomaria adansoniana*) mit ihrer bis über fünfzig Zentimeter großen Schale, die meist durch orangegelbe und rote Flammenfärbung auf der gekörneltten Oberfläche ausgezeichnet ist. Sehr ähnliche, wenn auch meist recht kleine Formen, bei denen zudem ein Rest des linken Schalenmuskels erhalten blieb, sind die MITTELLÄNDISCHE RISS-SCHNECKE (*Scissurella costata*) und die etwas größere GEMEINE RISS-SCHNECKE (*Scissurella cirspata*; SchH etwa 4 mm) aus dem gesamten Nordatlantik.

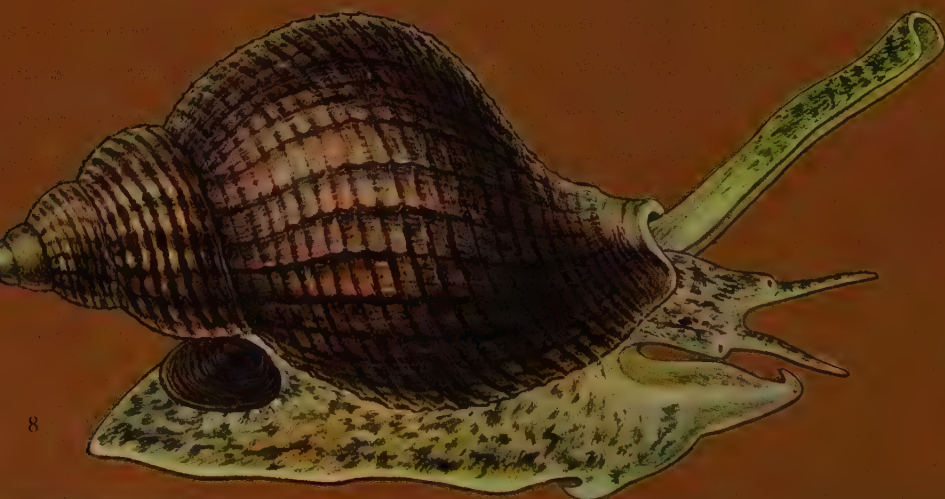
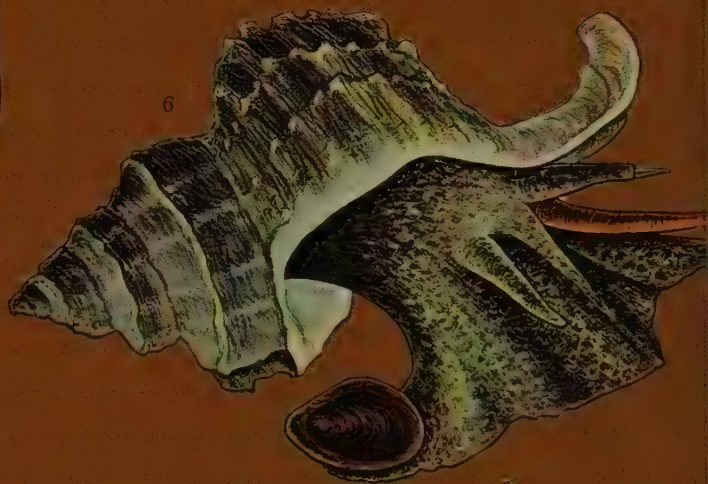
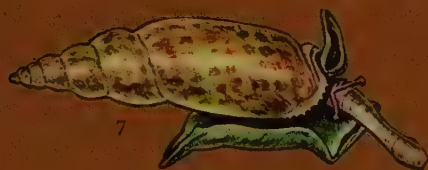
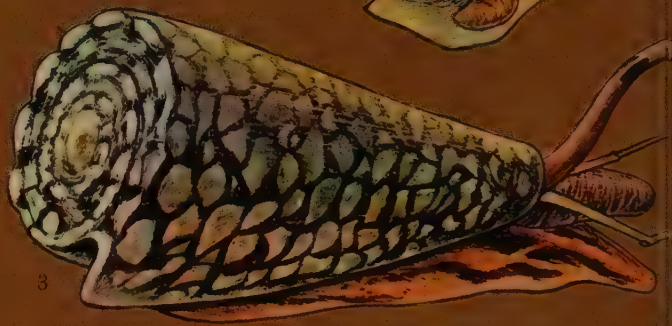
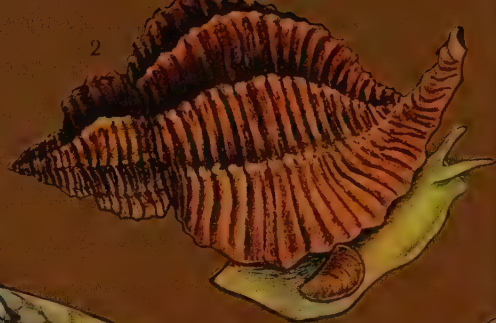
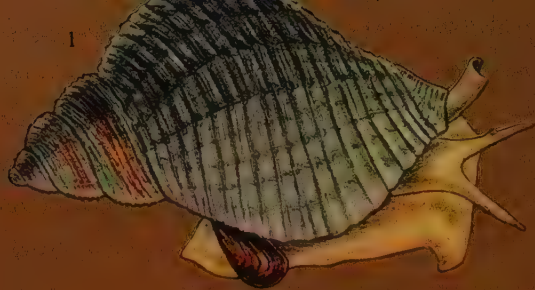
Die MEEROHREN (Familie Haliotidae) mit ihrem Perlmutterglanz an der Schaleninnenseite weichen beträchtlich von der gewohnten Schneckenform ab; denn die wenigen Windungen der Schale liegen sehr flach und nehmen schnell an Durchmesser zu, so daß der größte Teil der Schale aus der letzten halben Windung besteht (»Ohrform«). Die einheimischen Vertreter dieser Familie sind das mit knotigen Längsrippen versehene GEMEINE SEEHR (*Haliotis tuberculata*), das vom Ärmelkanal bis nach Westafrika vorkommt, und das — vielleicht nur als Unterart abzutrennende — MITTELLÄNDISCHE SEEHR (*Haliotis lamellosa*; Abb. 6, S. 45; Karte S. 53) mit schräg verlaufender, lamelliger Schalenskulptur. Beide messen gewöhnlich fünf bis sieben Zentimeter; doch es kommen auch große Stücke bis zu neun oder zehn Zentimeter vor. Neben den genannten Eigenheiten ihrer Form sind die Meerohren auch dadurch ausgezeichnet, daß bei ihnen das Schlitzband nur auf ein Loch beschränkt wird; im Laufe des Wachstums finden wir daher mehrere Löcher hintereinander. Durch die »ausgedienten« Öffnungen treten aber tentakelartige Fortsätze, mit denen die Tiere tasten und andere Sinnesaufgaben verrichten.

Als Bewohner der Brandungszonen weiden die Meerohren dort den Algenrasen ab. Diesem Lebensraum sind alle Arten durch einen entsprechend der Schale breiten Saugfuß angepaßt, mit dem sich die lichtscheuen Tiere an schattigen Stellen der Felsen anheften. Die Saugkraft dieses Fußes beträgt

Breitzünger:

1. Tigerschnecke (*Cypraea tigris*, s. S. 84 u. Abb. S. 72)
2. Carinaria mediterranea (s. S. 85)
3. Atlanta peroni (s. S. 85)
4. Fichterschnecke (*Strombus gigas*, s. S. 83)
5. Pelikanfuß (*Aporrhais pespelecani*, s. S. 82)
6. Faßschnecke (*Tonna galea*, s. S. 86)
7. Gemeines Tritonshorn (*Charonia tritonis*, s. S. 86)
8. Sigaretus leachi (s. S. 85)
9. Gepunktete Nabelschnecke (*Naticarius stercusmuscorum*, s. S. 85 u. Abb. S. 74)
10. Große Sturmhaube (*Cassia cornuta*, s. S. 86, vgl. Abb. S. 71)





mehr als das Viertausendfache des Eigengewichts. Der linke Muskel ist hier wie bei den Rißschnecken noch als schwaches Bündel erhalten. Die meisten der etwa siebzig Arten leben im Gebiet des Stillen Ozeans; dort kommen auch Vertreter mit einer Schalenlänge über zwanzig Zentimeter vor, die ein Alter von zehn bis dreizehn Jahren erreichen sollen.

Noch mehr in ihrem Äußeren abgeändert sind die LOCHSCHNECKEN (Familie Fissurellidae); in ihrer Gestalt erscheinen sie vollkommen symmetrisch und gleichen daher weitgehend den Napfschnecken (s. S. 58). Wenn wir aber eines der Tiere, die gewöhnlich in geringer Tiefe unter Steinen zu finden sind, genauer betrachten, so zum Beispiel die MITTELLÄNDISCHE AUSSCHNITTSCHNECKE (*Emarginula huzardi*), dann erkennen wir nicht nur, daß die Spitze der dreizehn Millimeter großen Schale etwas nach hinten gerollt ist; es fällt uns vor allem auch der deutliche Schlitz am Vorderrand auf — wiederum eine Öffnung, die dazu dient, die Ausscheidungen vom Kopf und Atemraum wegzuleiten, und die hier kurz-bandartig ist.

Die NORDISCHE LOCHSCHNECKE (*Puncturella noachina*), die von der Arktis bis zum Mittelmeer vorkommt, zeigt uns hierbei, wie der After mit der Ausführöffnung der Schale im Verlauf des Wachstums nach oben wandert; dasselbe ist auch bei den LOCHSCHNECKEN i. e. S. (Gattung *Fissurella*; Abb. S. 58) der Fall. Nahe verwandt sind die SCHWELLENSCHNECKEN (Gattung *Diodora*), zu denen die MITTELLÄNDISCHE SCHWELLENSCHNECKE (*Diodora italica*; Abb. 5, S. 45) und die EUROPÄISCHE SCHWELLENSCHNECKE (*Diodora graeca*) gehören. Bei ihnen befindet sich die Schalenöffnung ebenfalls an der Spitze selbst. Die im Mittelmeer und im angrenzenden Atlantik verbreitete ECHTE LOCHSCHNECKE (*Fissurella nubecula*) gliedert sich ihnen mit ihrer etwas länglichen Öffnung unmittelbar an.

Kennzeichnend für die meisten Paarkiemer ist auch eine Fächerraspelzunge (rhipidoglosse Radula; Abb. S. 61), die aus einer Mittelplatte, wenigen Zwischenzähnen und sehr zahlreichen Randplatten besteht und mit der die Tiere ihre Nahrung aufnehmen. Dagegen haben die NAFPSCHNECKEN (Familie Patellidae) eine ganz besondere Balkenraspelzunge (docoglosse Radula; Abb. S. 58), obwohl sie meist ähnlich wie die Meerohren und Lochschnecken gleichfalls den Algenaufwuchs von Steinen und Felsen abweiden. Die Mittelplatte dieser Raspelzunge ist häufig rückgebildet, die Zwischenzähne sind aber stark entwickelt und mit kräftigen Schneiden versehen; schwächer sind die Randplatten, von denen es meist nur drei gibt. Somit scheinen die Napfschnecken durch ihre kräftige, meist mehr als körperlange Raspelzunge von den Paarkiemern abzuweichen. Auch in ihrer äußeren Gestalt, in der sie den Lochschnecken so weitgehend ähneln, müssen wir eine stammesgeschichtliche Parallelentwicklung sehen, die durch gleichartige Lebensweise zu erklären ist. Daher bilden die Napfschnecken zusammen mit den Familien der ACMAEIDEN (Acmaeidae) und der LEPETIDEN (Lepetidae) eine eigene Überfamilie — die der BALKENZÜNGLER (Patelloidea oder Docoglossa). Sie sind durch flachschüsselförmige Gehäuse ausgezeichnet; die rechtsgewundene Embryonalschale wird in der Jugend abgestoßen, und nur bei einigen Vertretern — wie der auf Blatt-Tangen (Laminarien) lebenden, in der Jugend lebhaft irisierenden Blaugebänderten Napfschnecke (*Patina pellucida*, SL 1–2 cm) — ist noch die Scha-

Schmalzüngler:

1. Steinschnecke (*Nucula lapillus*, s. S. 87)
2. Schuppige Leisten-schnecke (*Ceratostoma erinaceum*, s. S. 87)
3. Marmorkegel (*Conus marmoreus*, s. S. 95, vgl. Abb. 2, S. 73)
4. Geflammte Oliven-schnecke (*Oliva flammulata*, s. S. 91)
5. Schwarze Oliven-schnecke (*Oliva maura*, s. S. 91)
6. Purpurschnecke (*Trunculariopsis trunculus*, s. S. 87)
7. Glatte Mitraschnecke (*Mitra cornicula*, s. S. 92)
8. Wellhornschnecke (*Buccinum undatum*, s. S. 88, vgl. Abb. 2, S. 71)
9. Gemeine Netzreue (*Hinia reticulata*, s. S. 91)

leneinrollung an der Spitze angedeutet. Wie den Meerohren und Lochschnecken fehlt auch ihnen der Schalendeckel.

Die einzelnen Arten der eigentlichen Napfschnecken (Gattung *Patella*), die wir an jeder Küste vorwiegend an Steinen und Felsen in der Brandungszone in großer Zahl antreffen, lassen sich meist nur schwer unterscheiden, zumal auch die Größen (KL 3–6 cm) je nach dem Alter sehr schwanken. Napfschnecken können vier Lebensjahre und mehr erreichen. Zur Feststellung, um welche Art es sich handelt, müssen wir hier also in erster Linie die Farbe und die Skulptur der Schale heranziehen. Die GEMEINE NAFPSCHNECKE (*Patella vulgata*; Abb. S. 74) kommt von den Lofoten bis zum Mittelmeer vor. Sehr weit verbreitet ist im Mittelmeergebiet die BLAUE NAFPSCHNECKE (*Patella coerulea*; Abb. 4, S. 45). Vom Mittelmeer bis zur Biskaya kommt die LUSITANISCHE NAFPSCHNECKE (*Patella rustica*) vor; sie ist mehr an sauerstoffreiche, dem Licht stärker ausgesetzte Stellen in der Hochwasserlinie gebunden.

Wie manche andere Meeresschnecken halten sich einige Napfschnecken stets am gleichen Ort auf; hier richten sie sich offenbar mit Hilfe von Säureausscheidungen einen eigenen Sitzplatz ein, der vollkommen dem Tier angepaßt ist. Weder die Sonnenbestrahlung zur Ebbezeit noch der Regen mit seiner Gefahr der Aussüßung des Wassers oder die stärkste Brandung können der Napfschnecke dadurch etwas anhaben, da sie sich völlig von der Außenwelt abzuschließen vermag. Trotzdem können Napfschnecken kriechen. Sie bewegen sich ebenso wie viele andere Schnecken mit Hilfe der Muskelwellen des Fußes, wenn auch nur vier bis fünf Stunden in der Nacht. Die Eigenart ihrer Bewegungen liegt darin, daß sie stets nach links kriechen und dabei jeweils einen Bogen von höchstens einem Meter Durchmesser beschreiben. Meist kriechen sie auf ihrer eigenen Spur wieder zurück, so daß sie bei Tagesanbruch wieder in ihrem alten »Bett« anzutreffen sind. Dieses Heimfindevermögen der Napfschnecken und ihre Ortstreue – besonders bei den Vertretern in der Brandungszone – sind nach neueren Untersuchungen auf chemische Berührungsreize zurückzuführen; die Schnecke folgt also dem besonderen, nur ihr eigenen Kriechschleim bei der Rückkehr. Wir haben es hier demnach mit einer echten Markierung zu tun. Daneben sind allerdings noch weitere Mittel der Zurechtfindung wirksam, die bisher nicht erforscht wurden und von denen wir nicht wissen, ob es sich um Entfernungsmessung, Kompaßuhr oder Schweresinn handelt. Dagegen ist für das genaue Anpassen an den Sitzplatz sowohl der Tastsinn als auch die chemische Reizaufnahme (vielleicht mit dem Fußsohlenrand) verantwortlich. Von Bedeutung für den Tastsinn sind vor allem die Tentakel des Mantelrandes. Mit ihrer Hilfe wird auch die Wachstumsregelung der Schale zum Anpassen an den Untergrund gesteuert, was innerhalb weniger Stunden bis zu einem Tag vor sich gehen kann.

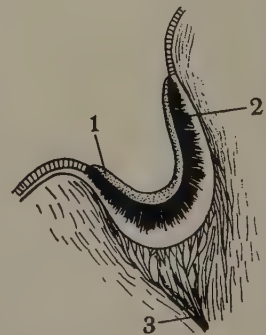
Im Gegensatz zu den Paarkiemern besitzen die mit einfachen Grubenaugen ausgestatteten Napfschnecken und die völlig augenlosen Leptiden (zum Beispiel *Propilidium ancyloide* an den europäischen Küsten) in ihrem sehr kleinen Mantelraum keine Fiederkiemen. Dafür aber haben die Napfschnecken einen Kranz von fadenförmigen Tentakeln um den Körper zwischen Fuß und Schalenrand entwickelt, der ihnen als Kiemen dient. Auffallend ist außerdem



Verschiebung der Ausführöffnung der Schale während des Wachstums bei den Lochschnecken (s. S. 57).



Balkenraspelzunge (denticulose Radula, s. S. 57) der Gemeinen Napfschnecke.



Grubenaugen einer Napfschnecke (*Patella*): 1 Sekretschicht, 2 Netzhaut (Retina), 3 Sehnerv.

noch der mächtige, hufeisenförmige Schalenmuskel; er befähigt eine Napfschnecke, einem Zug bis zu fünfzehn Kilogramm zu widerstehen. Auch die weiteren Vertreter der Balkenzügler weisen eine ähnlich gut entwickelte Muskulatur auf, mit Ausnahme vom dünnchaligen *Propilidium ancyloide*, bei dem noch das Embryonalgewinde der Schale erhalten blieb. Bei den Acmaeiden kommen eine Nackenkieme und manchmal noch fadenartige Mantelrandkiemen hinzu. Von ihren Arten ist der KLIPPKLEBER (*Acmaea virginea*; KL 1 cm) weniger bekannt, da er an den europäischen Küsten meist Lebensorte ab zehn Meter Tiefe bevorzugt. Dagegen fällt die braungefelderte SCHILDKRÖTENSCHNECKE (*Acmaea testudinalis*; KL 3–4 cm), die im Nordatlantik und rund um den Nordpol verbreitet ist, schon allein durch ihre Zeichnung und noch mehr durch ihre Größe auf.

Zu den Schnecken Gruppen mit flach-napfförmigem Gehäuse ohne Deckel gehören auch die Familien der COCCULINIDEN (Cocculinidae) und LEPETELIDEN (Lepetellidae); von den Cocculiniden sind allerdings vielfach nur die Schalen bekannt. Daß beide Familien mit den bisher geschilderten Gruppen verwandt sind, wird durch die Fächerzaspelzunge, den hufeisenförmigen Muskel und das meist als faltige Nackenkieme ausgebildete Atmungsorgan belegt. Einige Vertreter — so die im Nordatlantik und im Mittelmeer verbreitete TIEFSEE-NAPFSCHNECKE (*Addisonia paradoxa*) — haben aber auch Mantelrandanhänge als sekundäre Kieme ausgebildet. Da die Schnecken beider Familien überwiegend die Tiefsee bewohnen, fehlen ihnen die Augen. Interessanterweise sind sie aber im Gegensatz zu den meisten übrigen Altschnecken Zwitter.

Die umfangreichste Überfamilie der Altschnecken sind die KREISELSCHNECKEN (Trochoidea). Sie besitzen kein Schlitzband und nur eine Fiederkieme. Bei ihnen ist also bereits durch die allgemeinen Lageverhältnisse die rechte Kieme rückgebildet wie bei allen noch folgenden Schnecken. Die kegelförmigen Schalen der Kreiselschnecken sind wegen ihrer oft leuchtenden Buntheit und des Perlmutterglanzes im Innern beliebte Sammelobjekte. Manche Arten, wie die indopazifische RIESEN-KREISELSCHNECKE (*Tectus niloticus*) mit ihrem zehn bis zwanzig Zentimeter großen Gehäuse, werden von den Eingeborenen zur Herstellung von Schmuck verwendet, indem man in mühevoller Arbeit große Armringe aus den Schalen heraussägt.

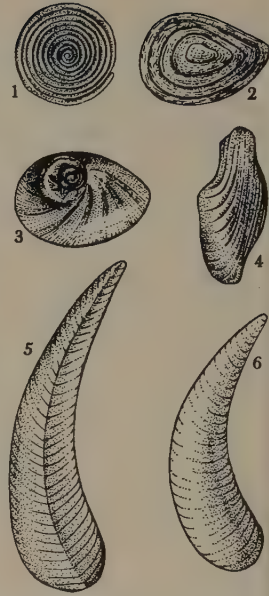
Der Bunte Kreisel

Unter unseren einheimischen Kreiselschnecken ist der BUNTE KREISEL (*Calliostoma zyziphinus*; Abb. 3, S. 45 u. Abb. S. 74) mit seinem braunrot geflammten Gehäuse recht häufig, obwohl die Tiere unterhalb der Gezeitenzone leben; sie werden mit ihren Schalen fünfzehn bis zwanzig, im Mittelmeer bis über fünfunddreißig Millimeter groß. Wie die Kreiselschnecken allgemein, so haben auch sie einen längsgeteilten Fuß (ditaxonische Wellenfolge). Durchweg leben die Kreiselschnecken von Algen und organischem Abfall; die Angehörigen einer nordatlantischen Unterart ernähren sich jedoch von Polypen der Nesselstierstöcke. In geringer Tiefe trifft man in südeuropäischen Meeren den MITTELLÄNDISCHEN KREISEL (*Calliostoma laughieri*; KL 1–1,5 cm) an, der durch den kräftig roten Körper und das dunkelgeflamnte Gehäuse auffällt. Da die Färbung seiner Schale sehr veränderlich ist, verdiente er eigentlich weit eher den Beinamen »Bunter« Kreisel, wenn auch bei

ihm ein Olivbraun mit graublauer Marmorierung vorherrscht. Weniger ansehnlich ist der sogenannte FRIESENKNOPF (*Gibbula cineraria*; SchH 15–20 mm), eine in den oberen Küstenzonen Nord- und Westeuropas weitverbreitete Art, die aber auch im Mittelmeer nicht fehlt. Die etwas größere KNORRIGE KREISELSCHNECKE (*Gibbula magus*) findet sich im Mittelmeer unterhalb von zehn Meter Tiefe, doch ihr Verbreitungsgebiet reicht bis zu den Shetlandinseln. Zu erwähnen sind noch *Gibbula divaricata* im Mittelmeer und *Gibbula tumida* in Nordeuropa, die regelmäßig in geringer Tiefe vorkommen. Alle diese Kreiselschnecken sind recht häufig, und ihre Schalen finden sich oft in großer Zahl an den Küsten angeschwemmt.

Der MITTELLÄNDISCHE SCHMUCKKREISEL (*Gibbula adriatica*) ist besonders in der Adria recht begehrt. Die kaum über einen Zentimeter großen Schnecken sind dort in der Algenzone (Phytal) der Küsten recht häufig, und ihre Schalen werden in größeren Mengen gesammelt, in nordadriatischen Hafenorten bis zur Perlmutterschicht abpoliert und zu Schmuckgegenständen — zum Beispiel zu Halsketten — verarbeitet. Eine der häufigsten unter den rund achtzig heimischen Kreiselschneckenarten ist zweifellos die TURBANSCHNECKE (*Monodonta turbinata*; SchH 2–3 cm; Abb. 1, S. 45) des Mittelmeers. Ihr durch zahlreiche rechteckige Flecken von violettbrauner Farbe gekennzeichnetes Gehäuse ist wohl jedem Badegast der dortigen Felsküsten bekannt, da die Turbanschnecken bis an die Wasserlinie herauf und auch an steinernen Hafenbauten vorkommen. Die KEGELIGE KREISELSCHNECKE (*Jujubinus exasperatus*) wird regelmäßig vom Mittelmeer bis nach England zwischen Algen angetroffen, besonders auch auf strauchförmigen Braunalgen (Gattung *Cystoseira*) der Felsküsten. Bei der sieben Zentimeter großen indopazifischen DELPHINSCHNECKE (*Angaria delphinus*) sehen wir demgegenüber, wie das rötlich bis violett schimmernde Gehäuse mit seinen vielerlei Fortsätzen als wirksamer Schutz gegen Feinde dient.

Weniger artenreich sind die sich hier anschließenden Familien (STOMATELIDAE, TURBINIDAE, SKENIDAE, PHASIANELLIDAE und ORBITESTELLIDAE). Unter ihnen ist die schwere und massige, fünfzehn bis zwanzig Zentimeter große Schale der MARMORIERTEN KREISELSCHNECKE (*Turbo marmoratus*) ein imponierendes Ausstellungsstück. Die Schnecke selbst dient in ihrer indopazifischen Heimat als Nahrung der Eingeborenen. Der noch etwas größere ÖLKRUG (*Turbo olearius*) ist dagegen tatsächlich schon zu jenen Zwecken verwendet worden, die sein volkstümlicher Name umschreibt. Im Verhältnis ebenso massig ist die im Mittelmeer und vor Portugal lebende STACHELSCHNECKE (*Astrea rugosa*). Ihr braunroter Körper, der gelegentlich auf Fischmärkten angeboten wird, ist von einem vier bis fünf Zentimeter großen und zum Teil bestachelten Gehäuse überragt. Unsere einheimischen Vertreter der Skeniden (Familie Skenidae) sind dagegen durchweg sehr klein; unter ihnen ist *Tubiola nitens* (Schalengröße 8–9 mm) an den europäischen Küsten nicht häufig, aber regelmäßig zu finden. Die zentimetergroße KLEINE DOPPELFUSS-SCHNECKE (*Tricolia pulla*) ist wie fast alle Kreiselschnecken mit langen Fühlern und mit Anhängen der Fußoberseite (Epipodialtentakel) ausgestattet. Sie zeichnet sich durch eine Längsfurche am Fuß aus; dadurch kann sie sich abwechselnd mit der einen oder anderen Fußhälfte verhältnismäßig



Schalendeckel (Opercula):
1 Friesenknopf, 2 Stumpfe
Sumpfdeckelschnecke, 3
Große Strandschnecke, 4
Steinschnecke, 5 Riesen-
flügelschnecke, 6 Kegel-
schnecke (Conus).

Der Ölkrug

schnell fortbewegen. Gewöhnlich ist sie in geringer Tiefe auf Sandböden und Algen vom Mittelmeer bis zur Nordsee recht häufig anzutreffen. Sie ernährt sich dort von besonderen Kieselalgen (Diatomeen), die teilweise über den Verdauungsweg auch die Schälendfärbung beeinflussen. So entstehen durch eine bevorzugt rotgefärbte Kieselalge (*Chondrus crispus*) zahlreiche rote Punkte oder gar Linien. Bemerkenswert ist, daß sich bei dieser Art wie bei vielen Paarkiemern das linke Muskelbündel des Tieres noch in einem Rest erhalten hat.

Die letzte Überfamilie der Altschnecken, die der NIXENSCHNECKEN (Neritoidea), ist in Europa durch zwanzig Arten vertreten. Gemessen an den verschiedenen Orten ihres Vorkommens und an ihrem Aussehen bilden sie eine scheinbar wenig einheitliche Gruppe. Sie sind durch eine Sekundärkieme oder ein Lungengefäßnetz, durch den Mangel der rechten Niere und schließlich durch ein Gehäuse ohne Perlmutter (zum Teil auch ohne Deckel) gekennzeichnet, besitzen aber noch fast durchweg zwei Herzvorhöfe.

Während die NERITOPSIDEN (Familie Neritopsidae) nur durch die einzige lebende Art *Neritopsis radula* aus dem Indopazifik vertreten sind, kommen die NERITIDEN (Familie Neritidae) auch im europäischen Raum vor, allerdings lediglich mit der vom Mittelmeer bis nach Westindien verbreiteten *Smaragdia viridis* (SchL 8 mm). Dafür treffen wir unter den SCHWIMMSCHNECKEN (Gattung *Theodoxus*) mit ihren insgesamt achtzehn europäischen Arten auf wohlbekannte Vertreter unserer einheimischen Tierwelt, die allerdings alle im Süßwasser leben. Die SÜDITALIENISCHE SCHWIMMSCHNECKE (*Theodoxus meridionalis*) und eine norddeutsche Unterart der gewöhnlichen Fluß-Schwimm-schnecke dringen jedoch auch noch in die Brackwasserzonen der Flüsse vor. Diese Brackwasserformen sind etwas kleiner als ihre nahen Verwandten aus den Flüssen.

Die FLUSS-SCHWIMMSCHNECKE (*Theodoxus fluviatilis*; SchL etwa 1 cm; Abb. 2, S. 45) zeichnet sich wie alle Schwimmschnecken durch den stark erweiterten letzten Umgang des flachgewundenen Gehäuses und durch einen rot umsäumten Deckel mit Dornfortsatz aus und besitzt eine schöne, dunkelrote Netzzeichnung. Sie ist von Spanien bis zu den Britischen Inseln und von Lappland bis zum Kaspischen Meer allgemein verbreitet — allerdings mit Ausnahme des gesamten Donauraums und der Ukraine. Hier wird sie durch andere Arten ersetzt. So tritt die SARMATISCHE SCHWIMMSCHNECKE (*Theodoxus danubialis*) ab Kelheim in der Donau auf, ist aber auch auf dem Balkan und in der Ukraine verbreitet; sie hat schräge Zickzacklinien auf hellem Schalengrund und einen Deckel ohne Saum. Außerdem kommt abwärts von Ingolstadt im Donauegebiet, ferner im Raum des Dnjepr auch die BINDEN-SCHWIMMSCHNECKE (*Theodoxus transversalis*) vor, die durch ihre drei dem Windungsverlauf der Schale folgenden Bänder und durch den Deckelsaum gut gekennzeichnet ist.

Unter den weiteren Schwimmschnecken, die zum Teil auf bestimmte Gebiete wie Spanien oder die Balkanhalbinsel beschränkt sind, verdient die THERMAL-SCHWIMMSCHNECKE (*Theodoxus prevostianus*) eine besondere Erwähnung. Als Überbleibsel aus der Tertiärzeit lebt sie in warmen Gewässern des Alpengebiets und des Raumes zwischen Ungarn und dem Schwarzen Meer,



Fächerraspelzunge (rhipidoglosse Radula, s. S. 57) der Fluß-Schwimmschnecke.

besonders in Thermalquellen, wie zum Beispiel bei Vöslau in Niederösterreich. Einen anderen außergewöhnlichen Lebensraum bewohnt schließlich auch die HÖHLEN-SCHWIMMSCHNECKE (*Theodoxus subterrelictus*; SchL kaum 5 mm), die gleichfalls als eine europäische Restform aus dem Tertiär anzusehen ist. Sie hat eine farblose Schale mit dachziegelartig übergreifenden Rippen und ist in unterirdischen Quellen und Wasserhöhlen bei Metković (Dalmatien) anzutreffen.

Unter den HYDROCENIDEN (Familie Hydrocenidae) findet sich die einzige Altschnecke im europäischen Raum, die mit einem lungenähnlichen Gefäßnetz der Mantelhöhle ausgestattet ist: *Hydrocena cattaroensis*. Bei ihr wird also wie bei den wenigen weiteren Arten dieser Familie der Sauerstoff nicht mit Hilfe von Kiemen oder Ersatzbildungen aufgenommen; die Atmung erfolgt statt dessen über ein fein verzweigtes System von Bluthaargefäßen, wie wir dies bei den typischen Lungenschnecken (s. S. 102 u. 108) noch ausführlich kennenlernen werden. Außerdem ist bei *Hydrocena* auch die rechte Herzvorkammer rückgebildet. Diese Schnecke kommt an Felsen und Mauern bei Kotor (ital. Cattaro) in Dalmatien vor und lebt dort an feuchten Stellen, zum Beispiel in Ritzen und Spalten.

Landbewohner
mit »Lunge«

Zu ausgesprochenen Landbewohnern sind die zahlreichen Arten der HELICINIDEN (Familie Helicinidae) geworden. Häufig leben sie sogar auf Bäumen. In ihrer Verbreitung sind diese meist ein bis zwei Zentimeter großen Schnecken auf Südamerika und den indopazifischen Raum beschränkt. An den lang auslaufenden Tentakeln und den an ihrer Basis sitzenden Augen lassen sich die Tiere — wie *Sulfurina citrina* aus Indonesien — leicht erkennen. Außerdem ist die Schalenmündung bei den typischen Vertretern, so bei der südamerikanischen *Helicina neritella*, stark und deutlich erweitert.

Die Reihe der Altschnecken beschließt *Titiscania limicina*, die einzige Art der TITISCANIIDEN (Familie Titiscaniidae). Diese Meeresschnecke ist im Indischen Ozean verbreitet. Sie besitzt weder Schale noch Deckel und ist damit unter den Gekreuztnervigen Schnecken die einzige frei lebende Nacktschnecke. Hinter dem Kopf ist bei ihr jedoch eine kleine Nackenhöhle mit einer Kieme ausgebildet.

Die zweite Ordnung der Gekreuztnervigen Schnecken bilden die KAMMKIEMER (Monotocardia). Nur ein Herzvorhof, eine Kieme und ein Nierensack; Kieme lediglich mit einseitiger Befiederung, mit dem Schaft meist am Mantelhöhlendach verwachsen (Ctenobranchie). Nervensystem des Fußes nur ausnahmsweise als Markstränge entwickelt. Schale ohne Perlmutter-schicht. Zwei Unterordnungen: 1. Breitzügler (Taenioglossa; s. S. 63), 2. Schmalzügler (Stenoglossa; s. S. 87). Insgesamt etwa fünfzigtausend Arten.

Ordnung
Kammkiemer

Zu den Kammkiemern gehört eine Fülle von Schneckenarten mit festwandigen Schalen. Der am Mantelhöhlendach angewachsene Kiemenschaft trägt nur noch einseitig Lamellen; daher die Bezeichnung »Kammkieme«. Sie haben nur einen einzigen Herzvorhof und Nierensack, stehen also auf jenem Stadium, das bei den Altschnecken nur eine Ausnahme war und als Übergangsstufe gilt. Mit ihren über fünfzigtausend Arten stellen die Kammkiemer die umfangreichste Schneckenordnung dar; sie sind die vorherrschenden Ge-

Unterordnung
Breitzüngler

häuseschnecken der Meere. Es gibt bei ihnen Sonderbildungen, so zum Beispiel bei Vertretern von insgesamt sechzehn Familien eine Zweigestaltigkeit (Dimorphismus) der Samenzellen. Vor allem finden wir in den Reihen der Kammkiemer fast alle nur erdenklichen Anpassungsformen. Unter ihnen kommen nicht nur die größten Schnecken überhaupt, die bis über sechzig Zentimeter lang werden, vor, sondern auch Süßwasser- und Landbewohner, qualenartig wirkende Planktonlebewesen und sogar echte Innenschmarotzer.

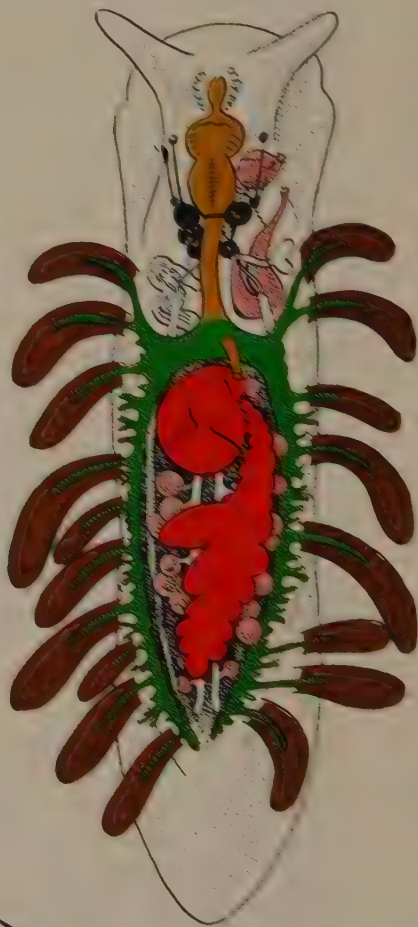
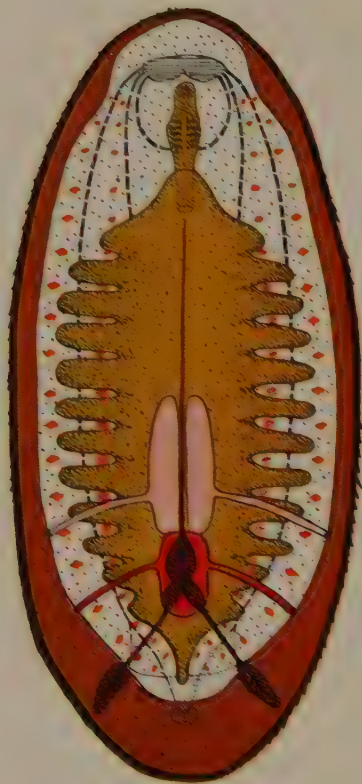
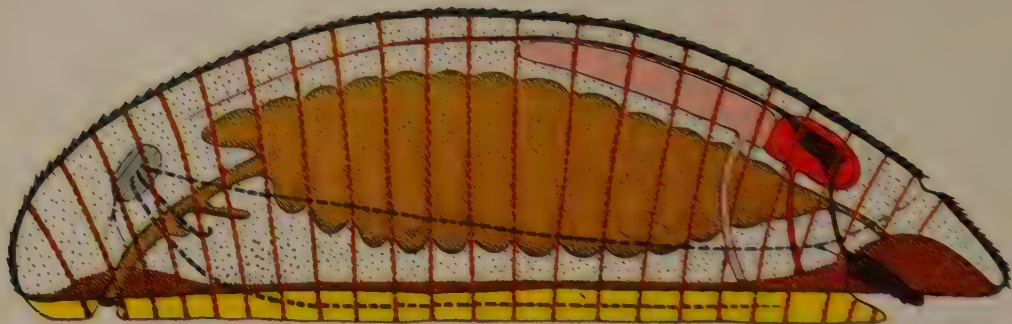
Bei den BREITZÜNGLERN (Unterordnung Taenioglossa) weist die Raspelzunge mit wenigen Ausnahmen (z. B. Familie Capulidae; s. S. 82) mehr als drei, meist sogar sieben Zähne je Querreihe auf. Gehäuse nur ausnahmsweise mit Schalenrohrfortsatz. 78 Familien in 16 Überfamilien, etwa 34 000 Arten.

Diese überaus formenreiche Unterordnung wird auch als Mittelschnecken (Mesogastropoda) bezeichnet. Die erste ihrer Überfamilien, die der ARCHITAEENIOGLOSSA oder CYCLOPHOROIDEA, besteht durchweg aus Bewohnern des Süßwassers oder des Festlandes, die sich aber noch ein sehr ursprüngliches Merkmal erhalten haben, nämlich die strickleiterartig angeordneten Nervenmarkstränge am Fuß. In ihrer Lebensweise sind sie sonst den jeweiligen Umständen angepaßt. So besitzen die landlebenden Familien CYCLOPHORIDAE, POTERIIDAE, PUPINIDAE und COCHLOSTOMATIDAE keine Kieme mehr, dafür aber ein gut ausgebildetes Gefäßnetz. Von den zahlreichen Arten der drei erstgenannten Familien lebt keine in Europa; einige sind allerdings auf den Azoren und Kanaren zu finden, so zum Beispiel *Craspedopoma lyonetianum*. Dafür aber kommen die TURMDECKELSCHNECKEN (Cochlostomatidae) bei uns mit der in Mittel- und Südeuropa häufigen GEFLECKTEN TURMDECKELSCHNECKE (*Cochlostoma septemspirale*) vor. Sie ist auf Kalksteinböden zwischen Laub und Steinen zu finden, aber auch an Felsen und Bäumen. Zahlreiche weitere Arten von Turmdeckelschnecken leben vor allem in Südeuropa; von ihnen tritt die SCHLANKE TURMDECKELSCHNECKE (*Cochlostoma henricae*) auch noch im österreichischen Alpengebiet auf.

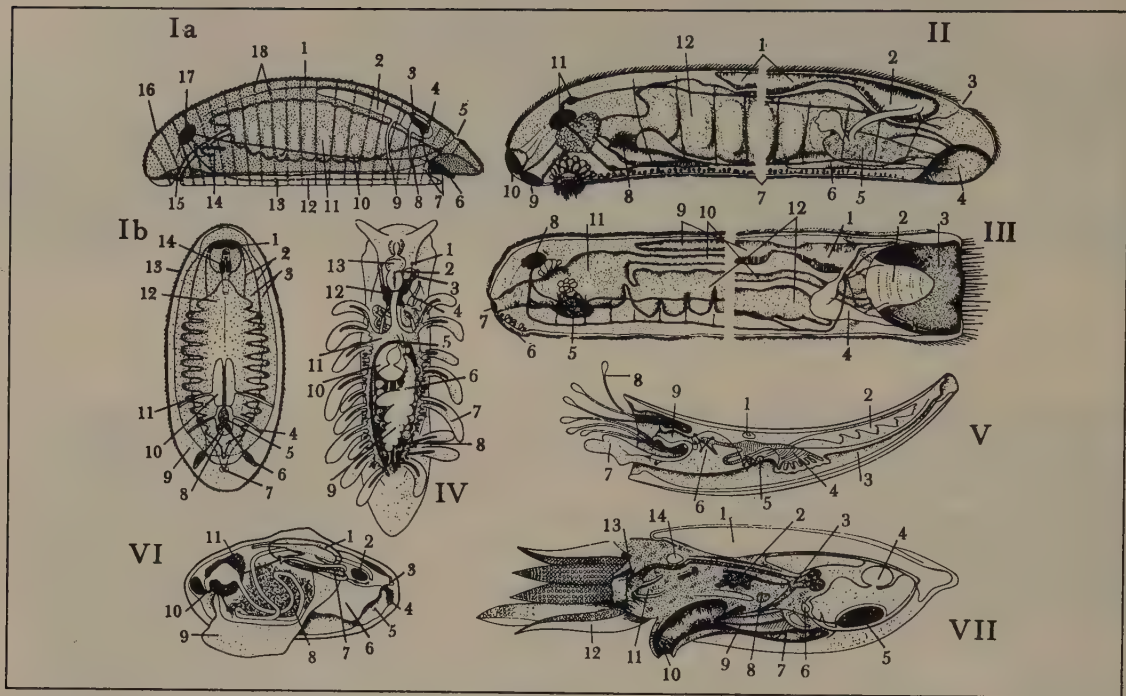
Die manchmal als eigene Überfamilie abgetrennten SUMPFDECKELSCHNECKEN (Viviparidae) und Blasenschnecken (Ampullariidae; s. S. 67) sind dagegen Bewohner des Süßwassers und haben sich deshalb ihre Kieme erhalten. Unsere GEMEINE SUMPFDECKELSCHNECKE (*Viviparus contectus*; Abb. 1, S. 45) kommt fast überall in stehenden und pflanzenreichen Gewässern recht häufig vor. Ihr Mantelraum läuft nach innen spitz zu, und in ihn münden links die verwachsene Kammkieme und rechts der Enddarm und der Ausscheidungsgang, beim Weibchen auch der Geschlechtsgang. Wie bei einigen anderen Arten dieser Gruppe gibt es hier eine Besonderheit: Am Boden der Höhle erhebt sich längs der Symmetrieebene ein hoher gefärbter Wulst, der den Mantelraum in zwei Hälften teilt und an der Basis eine stark ausgeprägte Schleimrinne aufweist. Diese eigenartige Anordnung dient in sehr kennzeichnender Weise der Abfiltrierung von Schwebelbewesen im Atemwasser. Das Atemwasser tritt links ein und wird durch Wimperströme nach hinten geleitet, wobei die Kieme den Sauerstoffaustausch vornimmt; dann wird das verbrauchte Wasser nach rechts vorn abgeleitet. Mit diesem Atemwasser werden nun — mit den Worten von F. Starmühlner — die eingeschwemmten Nahrungsteilchen und Kleinlebewesen durch die Kiemenfäden



Breitraspelzunge (taenioglosse Radula) mit mehr als drei Zähnen je Querreihe der Gemeinen Watt-schnecke (s. S. 70).







ANATOMIE DER WEICHTIERE

I a. REKONSTRUIERTES URWEICHTIER VON DER SEITE (vgl. S. 21): 1 rückenständiger (dorsaler) Blutsinus, 2 Keimdrüsen, 3 Herz, 4 Herzbeutel (Pericard), 5 endständiges (terminales) Sinnesorgan, 6 Fiederkiemen, 7 Mantel-(Pallial-)Raum, 8 Herzbeutelgang (spätere Niere, Coelomodukt), 9 Geschlechtsgänge, 10 seitliche (laterale) Nervenstränge, 11 Mitteldarm, 12 Fußsohle, 13 Bauch-(Ventral-)Nervenstränge, 14 Raspelzunge, 15 Mundöffnung, 16 Körperdecke (Kutikula) mit Kalkkörperchen, 17 Gehirnmasse, 18 Rückenfuß-(Dorsoventral-)Muskulatur.

I b. REKONSTRUIERTES URWEICHTIER VON OBEN (vgl. S. 21): 1 Gehirnmasse, 2 seitliche (laterale) und Bauchnervenstränge, 3 Rückenfußmuskulatur, 4 Herzbeutelgang (spätere Niere, Coelomodukt), 5 Herz, 6 Fiederkiemen, 7 endständiges (terminales) Sinnesorgan, 8 Herzbeutel (Pericard), 9 Mantel-(Pallial-)Raum, 10 Keimdrüsen, 11 Geschlechtsgänge, 12 Mitteldarm, 13 Körperdecke (Kutikula) mit Kalkkörperchen, 14 Raspelzungenapparat mit zweireihiger Raspelzunge.

II. ANATOMIE DER FURCHENFÜSSER (vgl. S. 30): 1 Keimdrüse, 2 Herzbeutel (Pericard), 3 endständiges (terminales) Sinnesorgan, 4 Mantel-(Pallial-)Raum, 5 Laichgang, 6 Scheide, die den »Liebespfeil« enthält, 7 Fußfurche, 8 Raspelzungenapparat, 9 Mundöffnung, 10 mundständiges Sinnesorgan, 11 Nervensystem, 12 Mitteldarm.

III. ANATOMIE DER SCHILDFÜSSER (vgl. S. 32): 1 Herzbeutelgang, 2 Fiederkiemen, 3 Mantel-(Pallial-)Raum, 4 Schleimgang, 5 Raspelzungenapparat, 6 Fußschild, 7 Mundöffnung, 8 Nervensystem, 9 Keimdrüsen, 10 Enddarm, 11 Mitteldarm, 12 Mitteldarmsack.

IV. ANATOMIE DER GERADNERVIGEN SCHNECKEN (Familie Stiliferiden; vgl. S. 81): 1 Auge, 2 Vorderdarm, 3 Begattungsorgan (Penis), 4 Eileiter, 5 Enddarm, 6 Nierensack, 7 Rückenanhänge (Cerata), 8 Mitteldarmdrüse, 9 zwittrige Keimdrüse, 10 Herzbeutel (Pericard), 11 Mitteldarm (Magen), 12 Ober- und Unterschlundnervenmasse, 13 Vorderdarm.

V. ANATOMIE DER GRABFÜSSER (Elefantenzahn; vgl. S. 138): 1 Herzbeutel (Pericard), 2 Keimdrüse, 3 Mantel-(Pallial-)Raum, 4 Mitteldarmdrüse, 5 Niere, 6 Raspelzungenapparat, 7 Grabfuß, 8 Fangfäden (Captacula), 9 Mundkegel.

VI. ANATOMIE DER BLATTKIEMER (Teichmuschel; vgl. S. 164): 1 Herzbeutel (Pericard), 2 Schließmuskel, 3 Ausströmöffnung, 4 Einstromöffnung, 5 Mantel-(Pallial-)Raum, 6 Kieme, 7 Niere, 8 Keimdrüse, 9 Fuß, 10 Mundöffnung, 11 Mitteldarmdrüse.

VII. ANATOMIE DER KOPFFÜSSER (Tintenschnecke; vgl. S. 203): 1 Schulp (Schale), 2 Mitteldarmdrüse, 3 Mitteldarm (Magen), 4 Keimdrüse, 5 Tintensack, 6 Herz, 7 Mantel-(Pallial-)Raum, 8 Niere, 9 Fiederkieme, 10 Manteltrichter, 11 Raspelzungenapparat, 12 Fangarme (Tentakel), 13 Kiefer, 14 Kopfkapsel (Knorpel).

abfiltriert und eingeschleimt; sie gelangen am Boden der Mantelhöhle durch eine Rinne zur Schleimfalte rechts neben dem Rüssel. Von dort holt sich das Tier von Zeit zu Zeit einen Schleimballen. Die Sumpfdeckelschnecke ist demnach nicht nur ein Weidegänger, sondern auch ein »Strudler«. Das Tier nimmt also seine Nahrung nicht nur normal mit der Raspelzunge, mit der es die Algenbestände abgrast, sondern auch durch filtrierendes Strudeln auf. In sauerstoffarmen Gewässern ist das von großem Wert, da die Schnecken sich dort nahe der Wasseroberfläche aufhalten müssen, wo sie aber keine mit der Raspelzunge erfassbare Nahrung finden.

Die Echte Sumpfdeckelschnecke

Wie die Gemeine Sumpfdeckelschnecke, so ist auch unsere zweite häufige Art, die ECHTE oder STUMPFDECKELSCHNECKE (*Viviparus viviparus*) lebendgebärend. Beide Arten werden übrigens nicht selten miteinander verwechselt. Die Samenzellen haben als echte Samenzellen und Nährpermien zweierlei Gestalt; außerdem werden bei diesen lebendgebärenden Süßwasserschnecken die Eier so lange im unteren Abschnitt des Geschlechtsgangs zurückbehalten, bis die Nachkommen als fertige Jungtiere ausschlüpfen. Wir können hier also von einer Art »Brutpflege« sprechen, da die Jungen die gesamte Larvenentwicklung noch geborgen im Mutterleib durchlaufen. Die Echte Sumpfdeckelschnecke, die eine abgerundet-stumpfe Gehäusespitze besitzt, bewohnt im Gegensatz zur Gemeinen Sumpfdeckelschnecke fast ausschließlich bewegtes Gewässer; sie fehlt aber vom deutschen Mittelgebirge bis zum nördlichen Alpengebiet. Drei weniger häufige europäische Arten sind in den Alpen, in Ungarn und auf der Balkanhalbinsel heimisch.

Auf die Tropen beschränkt sind die BLASENSCHNECKEN (*Ampullariidae*). Auch bei ihnen ist die Mantelhöhle durch einen bauchständigen Längswulst zweigeteilt, so bei der GROSSEN KUGELSCHNECKE (*Ampullarius gigas*). Wie die Apfelschnecken (z. B. *Ampullarius scalaris*, alte Gattung *Pomus*) werden die aus Südamerika stammenden Arten gern in Aquarien gehalten; hier erfolgt die Ernährung jedoch ausschließlich mit Hilfe der Raspelzunge. Die Blasen-schnecken besitzen rechts eine Kieme und links einen Lungsack; ihre Atmung ist daher sowohl für ein Leben in klarem Süßwasser als auch für ein Leben auf dem Festland eingerichtet. Außerdem haben die Tiere einen langen Rohrfortsatz, mit dessen Hilfe sie auch unter Wasser freie Luft atmen können. Wegen ihrer bis über fünfzig Zentimeter hinausreichenden Größe und ihrer Schmackhaftigkeit werden die Blasen-schnecken häufig und gern gegessen, besonders in Ostasien. Sie können ein Lebensalter von fünf bis zehn Jahren erreichen.

Die FEDERKIEMENSCHNECKEN (Familie *Valvatidae*) haben mit zahlreichen Arten, die in Unterarten aufgespalten sind, eine weite Verbreitung im Süßwasser der nördlichen Erdhalbkugel. Bei ihnen können wir sehr gut die oft weit vorgestreckte und vollständig erhaltene Fiederkieme sehen; ein langer tentakelartiger Fortsatz an der Gegenseite entspricht vielleicht dem rechten Kiemenschaft. Die häufigste dieser kaum über fünf Millimeter großen Schnecken ist bei uns die TEICH-FEDERKIEMENSCHNECKE (*Valvata piscinalis*). Sie ist in fast allen stehenden oder langsam fließenden Gewässern Europas mit Ausnahme der südlichsten Gegenden, ferner in Kleinasien und bis tief nach Sibirien hinein im Schlamm zu finden; je nach ihrem Wohngebiet kann

sie außerordentlich stark variieren. Der vorn zweizipfelig ausgezogene Fuß und der lange Penis rechts am Kopf geben dieser gleichfalls zwittrigen Schnecke ein so kennzeichnendes Aussehen, daß wir sie kaum mit anderen Formen verwechseln können. Da sie in Brackwasser vordringt, finden wir sie auch in Buchten und Fjorden der Nordsee und Ostsee ebenso wie die gleichfalls in ganz Europa verbreitete SCHEIBENFÖRMIGE FEDERKIEMENSCHNECKE (*Valvata cristata*). Eine Mittelstellung in der Gehäuseform nimmt die in Sümpfen, Lachen und Gräben wohnende STÜPF-FEDERKIEMENSCHNECKE (*Tropidina macrostoma*) ein. Die nur in Osteuropa vorkommende BLASIGE FEDERKIEMENSCHNECKE (*Borysthenia naticina*) ist wie die Sumpfdeckelschnecken lebendgebärend; die Nachkommen verlassen also die Mutter schon als fertige Jungtiere.

Die meisten Angehörigen des Verwandtschaftskreises der LITTORINOIDEA bewohnen das Meer; einige aber sind zum Landleben übergegangen wie unsere einheimischen LANDDECKELSCHNECKEN (Familie Pomatiasidae) und die mittel- und südamerikanische Familie der CHONDROPOMIDEN (Chondropomidae). Die GEMEINE LANDDECKELSCHNECKE (*Pomatias elegans*; SchL 10–15 mm; Abb. 5, S. 46) bevorzugt wärmere Gegenden in Mitteleuropa und ist vor allem im Mittelmeergebiet verbreitet. Dort findet sie sich zwischen Fallaub und Gestein, wobei sie besonders durch die eigenartig schreitende Fortbewegung auffallend ist; denn die durch eine tiefe Längsfurche getrennten Fußhälften werden abwechselnd angehoben und nach vorn bewegt.

Familie
Landdeckelschnecken

Diesen »Zug zur Eroberung des Festlandes« finden wir aber auch schon bei den ursprünglicheren STRANDSCHNECKEN (Familie Littorinidae), die an unseren Küsten in großer Zahl die Steine und Felsen bevölkern und besonders in Nischen und Ritzen gedrängt sitzen. Unter ihnen kommt die GEMEINE oder GROSSE STRANDSCHNECKE (*Littorina littorea*; Abb. 6, S. 46 u. Abb. S. 71) im gesamten Nordatlantik vom 43. Breitengrad ab vor; sie besitzt neben einer teilweise rückgebildeten Kieme ein lungenartig gestaltetes Mantelhöhlandach. Die RAUHE oder Felsenstrandschnecke (*Littorina saxatilis*) ist außerdem noch lebendgebärend und damit »brutflegend«. Dagegen weist die auch im westlichen Mittelmeergebiet heimische STUMPFSTRANDSCHNECKE (*Littorina obtusata*; Abb. S. 74) in ihren Mantelhöhlenorganen keine Besonderheiten auf; sie durchläuft aber eine direkte Entwicklung ohne Larven. Die GEWÖHNLICHE STRANDSCHNECKE (*Littorina neritoides*) hinwiederum gleicht in diesen Merkmalen der Großen Strandschnecke. Solche Verschiedenheiten beziehungsweise Übereinstimmungen wären einleuchtend, wenn die einzelnen Arten in den entsprechenden Räumen der Gezeitenzone leben würden. In Wirklichkeit aber findet sich die Gewöhnliche Strandschnecke am meisten in der Spritzwasserzone; ihr schließt sich die lebendgebärende Felsenstrandschnecke in der Hochwasserzone an, während die Stumpfe und die Große Strandschnecke nahe der Ebbelinie siedeln. Hierbei steigt die Große Strandschnecke allerdings höher hinauf. An der kräftig-dunklen Färbung ihres drei bis vier Zentimeter messenden Gehäuses ist die Große Strandschnecke meist leicht zu erkennen; dagegen können die drei kleineren, nur ein bis zwei Zentimeter messenden Strandschneckenarten oft allein durch den Lebensort und durch besondere Formmerkmale unterschieden werden. Die häufig beobachtete Ortstreue der

»Lichtkompaß« Strandschnecken macht es wahrscheinlich, daß sie sich nach einem »Lichtkompaß« zurechtfinden, denn die U-förmigen Kriechspuren führen in Richtung Sonne und wieder zum alten Standort zurück. Außerdem vermögen die Tiere die Schwingungsebenen des polarisierten Lichtes zu unterscheiden. Schon in alter Zeit wurde die Große Strandschnecke gern gegessen und dient dem Menschen auch heute noch als Nahrung.

Zu den Strandschnecken gehört auch die indische *Cremnoconchus conicus*. Sie lebt wie die ihr nahe verwandten Arten auf feuchten Felsen abseits vom Meer, hat die Kieme aber nicht rückgebildet. Reine Meeresbewohner sind hingegen die Angehörigen der Familie der LACUNIDEN (Lacunidae). Mit *Lacuna vinca* und der durch Verschiedengestaltigkeit der Geschlechter ausgezeichneten *Stenotis pallidula*, bei der die Weibchen bis über sieben Millimeter und die Männchen nur halb so groß werden, sowie mit einigen weiteren Arten kommen sie in den Algenzonen des Nordatlantik von der Strandlinie bis in etwa zwanzig Meter Tiefe vor.

Die Verwandtschaftsgruppe der RISSOIDEA steht den Littorinoidea recht nahe. Es sind fast durchweg sehr kleine, nur selten über fünf Millimeter große Formen. Auch bei ihnen zeigt sich die Tendenz, den Lebensraum des Süßwassers oder gar das Land zu erobern. Nur die nach dem bekannten Zoologen G. A. Risso (1777 bis 1845) benannte Hauptfamilie der RISSOIDEN (Rissoidae) und die VITRINELLIDEN (Vitrinellidae) sind noch im Meer heimisch. Von den überaus zahlreichen, auch in Europa gut vertretenen Rissoiden seien hier als Vertreter der drei heimischen Hauptgattungen die außerordentlich variable *Turboella inconspicua* (Abb. 4, S. 46), die durch Rippen und Spiralen netzartig skulpturierte *Alvania reticulata* und die mit einem violetten Band ausgezeichnete *Rissoa violacea* genannt; sie kommen dicht unter der Gezeitenzone an den europäischen Küsten vor. Wie die Gemeine Landdeckelschnecke, die Schnauzenschnecken und fast alle Muscheln, so besitzen auch die Rissoiden im Magen einen eigens abgegliederten Abschnitt, in dem besondere Verdauungsfermente gebildet werden. Diese Verdauungstoffe sind mit Schleim zu einem mehr oder weniger festen Stab (Fermentstiel) geformt, der sich bei der Nahrungsverarbeitung abnutzt und ständig nachgebildet wird. Solche Fermentstiele oder auch Kristallstiele finden sich dort, wo die betreffende Schneckenform eine strudelnde Nahrungsaufnahme ausübt oder sich von Kleinstlebewesen ernährt. Die Rissoiden sind daher meist in der Algenzone der Küsten anzutreffen.

Fermentstiele

Auch die zwischen Gras und Strandkräutern auf dem Uferschlamm lebende *Assiminea grayana*, eine Vertreterin der ASSIMINEIDEN (Familie Assimineidae), besitzt einen derartigen Fermentstiel, im übrigen aber ist sie schon zum freien Landleben übergegangen. Eindeutige Anpassungen dafür sind das Fehlen der Kieme und ihr Aufenthalt am Rande brackiger Gewässer, wobei sie nur selten in das Wasser selbst vordringt. Gleichfalls reine Landtiere sind die NADELSCHNECKEN (Familie Aciculidae), die bei uns unter Fallaub heimisch sind. Zu ihnen gehört die nur drei Millimeter große GLATTE NADELSCHNECKE (*Acicula polita*) mit ihrer rotbraunen Schale.

Die europäischen SCHNAUZENSCHNECKEN (Familie Hydrobiidae) sind mit zwei Arten in der Wattregion der Nordsee recht häufig; auch die aus Neusee-

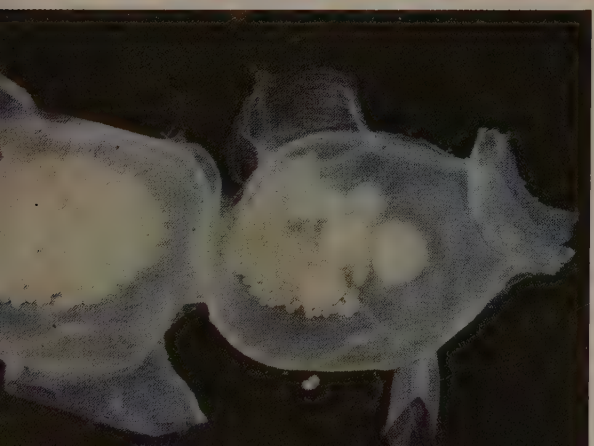
land eingeschleppte *Potamogyrus jenkinsi* hat sich hier seit 1883 sprunghaft vermehrt. Die beiden schon immer in unserem Wattenmeer lebenden Arten sind die GEMEINE WATTSCHECKE (*Peringia ulvae*) und die HÄNGENDE WATTSCHECKE (*Hydrobia ventrosa*), die ihren volkstümlichen Namen nach ihrer Angewohnheit hat, oft an der Wasserhaut zu hängen. Alle drei Arten sind Brackwasserformen, die folglich weder das freie Meer noch das Süßwasser aufsuchen. Dagegen bewohnt die in Mittel- und Osteuropa heimische *Lithoglyphus naticoides* schwach strömende Flüsse und Seen; sie kann mit ihrem im letzten Umgang stark aufgeblasenen Gehäuse eine Größe von sieben bis neun Millimeter erreichen. Eine weitere Süßwasserform ist auch die QUELLENSCHNECKE der Ostalpen (*Bythinella austriaca*), ebenso wie ihre Verwandten; im nördlichen Mitteleuropa kommt die SEENSCHNECKE (*Amnicola steini*) häufig vor.

Schon durch ihren Namen sind die ZWERGHÖHLENSCHNECKEN (Gattung *Lartetia*, *Paladilhia* und *Paladilhiopsis*) als Bewohner unterirdischer Quellen oder des Grundwassers gekennzeichnet. Es gibt zahlreiche Formen von ihnen; und da jede an ihrem eingeschränkten Lebensort isoliert ist, wurde sie zu einer selbständigen Art. Eine Ausnahme macht bei uns nur *Paladilhia bourguignati*, die unterirdisch auf Kalkböden von der Provence bis nach Holland verbreitet ist. Alle diese vielen Höhlenschnecken haben als typische Höhlenbewohner rückgebildete Augen und sind weitgehend farblos. Ein Beispiel dafür bietet uns *Lartetia quenstedti*, die in den Flußhöhlen der Schwäbischen Alb oft anzutreffen ist. Vielfach kennt man von den Höhlenschnecken nur die Schale; denn meistens kommt ja lediglich das Gehäuse durch Ausschwemmen ans Tageslicht. Und dennoch entdeckt man gelegentlich in alten Brunnen, Schächten und wassergefüllten Stollen immer wieder neue Arten, deren Kopffzahl oft nur einige Dutzend Tiere umfaßt. Der Lartetienbrunnen bei Klingenberg am Main hat danach sogar seinen Namen erhalten. Selbst im Brunnen des Anatomiegebäudes der Stadt München wurde 1865 eine Höhlenschnecke, *Lartetia rougemonti*, lebend aufgefunden; dieser Fundort ist allerdings heute nicht mehr zugänglich. Die Bezeichnung »Zwerghöhlenschnecke« drückt schon die geringe Größe aller dieser Arten aus; so besitzt die in Quellen von der Wachau bis Wien vorkommende *Paladilhiopsis geyeri* ein nur zweieinhalb Millimeter hochragendes Gehäuse.

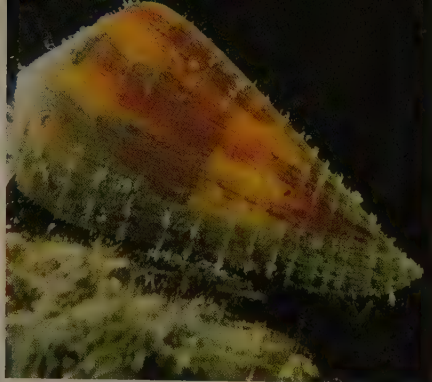
Eine Vertreterin der TRUNCATELLIDEN (Familie Truncatellidae) ist die fünf Millimeter große wärmeliebende *Truncatella subcylindrica*, die häufig am Strand oberhalb der Spritzzone unter Steinen oder im feuchten Sand lebt. Obwohl auch sie also sozusagen ein Landbewohner geworden ist, besitzt sie eine normal ausgebildete Kieme. Die GROSSE LANGFÜHLERSCHNECKE (*Bithynia tentaculata*) und die RUNDE LANGFÜHLERSCHNECKE (*Bithynia leachi*) leben in stehenden Gewässern. Diese beiden Angehörigen der BITHYNIIDEN (Familie Bithyniidae) haben eine außerordentlich große, wenn auch teils lückenhafte Verbreitung, die sich bei der Großen Langfühlerschnecke sogar bis nach Sibirien ausdehnt.

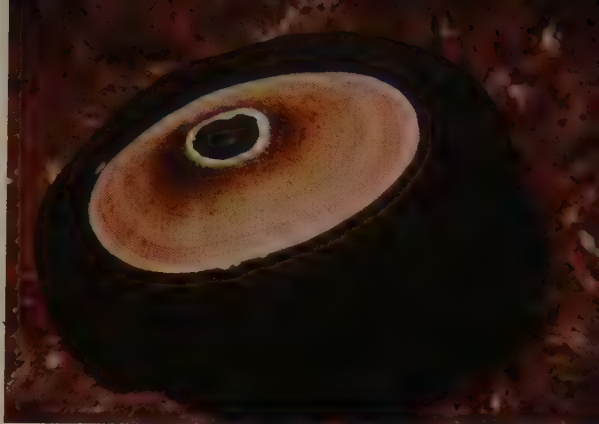
Den Federkiemensschnecken (s. S. 67) recht ähnlich sind die VITRINELLIDEN (Familie Vitrinellidae); sie wurden daher früher auch in deren Nähe gestellt. Mit ihnen kommen wir wieder zu meeresbewohnenden Vertretern der

- ▷
Links, von oben nach unten:
Eine Flügelschnecke (Überfamilie Stromboiden, s. S. 82)
Gemeine Strandschnecke (*Littorina littorea*, s. S. 68, vgl. Abb. S. 74 u. Abb. 6, S. 46)
Veligerlarven und Nahrung
Rechts, von oben nach unten:
Mitteländisches Tiefseewellhorn (*Buccinum humphreysianum fusiforme*, vgl. S. 88 u. Abb. 8, S. 56)
Sturmhaube (*Cassis*, s. S. 86, vgl. Abb. 10, S. 55)
Brandhorn (*Murex brandaris*, s. S. 87)
Eikapseln des Brandhorns (*Murex brandaris*, s. S. 87)
▷▷
Verschiedene Porzellanschnecken (Familie Cypraeidae) des Indopazifik.
Oben:
Auf einer Orgelkoralle (Tubipora)
Rechts unten:
Tigerschnecke (*Cypraea tigris*, s. S. 84 u. Abb. 1, S. 55)
▷▷▷
Oben, von links nach rechts:
Davidsharve (*Harpa ventricosa*, s. S. 92)
Kegelschnecke (*Conus*, s. S. 95, vgl. Abb. 3, S. 56)
Hydatina velum (vgl. S. 97)
Unten:
Mittelmeer-Schirmschnecke (*Umbraculum mediterraneum*, s. S. 129 u. Abb. 1, S. 103)









Rissooidea. Sie sind durch eine vorstreckbare Kieme, lange Schnauze und zwei rechtsseitige Mantelrandanhänge gekennzeichnet. An den europäischen Küsten werden sie durch *Tornus subcarinatus* vertreten, die ein stark skulpturiertes Gehäuse hat. Diese Schnecken leben eingebettet im Schlamm unter großen Steinen; deshalb sind sie nur selten völlig sichtbar, obwohl sie fast immer knapp unter der Ebbelinie vorkommen. Auch *Circulus striatus* galt früher als Verwandter der Federkiemenschnecken; diese — entgegen vielen Angaben — nicht sehr häufige Schnecke zeichnet sich gleichfalls durch eine lange Schnauze und durch zwei Mantelanhänge aus.

In der Überfamilie der RISSEOELLOIDEA sind in jüngster Zeit vier Familien zusammengefaßt worden, die am ehesten noch mit den Rissoacea verbunden sind; sie zeigen aber doch etliche Merkmale, die auf die Geradnervigen Schnecken (Unterklasse Euthyneura; s. S. 95) hinweisen. Eine Wurzel für diese später noch eingehend geschilderte Unterklasse ist zweifellos in zweigeschlechtlichen (zwittrigen) Formen zu suchen, die sonst aber einen noch wenig komplizierten und spezialisierten Aufbau hatten. So berichtet C. R. Boettger über die nur einen Millimeter große, an den Küsten Europas beheimatete Gattung *Omalogyra*, die zu dieser Überfamilie gehört, daß sie allgemein zweigeschlechtlich mit anfangs männlicher und später weiblicher Reife (Protandrie) ist. Bei denjenigen Exemplaren jedoch, die erst im Sommer aus dem Ei kriechen, wird die rein männliche Reifungsphase stark verkürzt, und es reifen unter den dann meist besonders günstigen Lebensbedingungen bald auch Eier, so daß in einer längeren zwittrigen Phase Samen und Eier gleichzeitig gebildet werden. Solche Verhältnisse mögen bei den Ahnen der Geradnervigen Schnecken dauerhaft geworden sein.

Auch sonst ist *Omalogyra* den Kopfschildschnecken (s. S. 96), der Ausgangsgruppe der Geradnervigen Schnecken, recht ähnlich, abgesehen natürlich von besonderen Anpassungen wie bei allen Arten dieser Überfamilie. Die Rückbildung der Kieme bei den Rissoellacea ist zweifellos eine Eigenheit, die mit der Lebensweise in der Gezeitenzone zusammenhängt. So hat unter unseren einheimischen Vertretern die eineinhalb Millimeter große *Skeneopsis planorbis* kaum mehr als acht bis zehn Lamellen am Mantelhöhlelndach; die wenig größere *Cingulopsis fulgida* nur noch drei oder vier Kiemenfäden; und bei der mit zwei Spindelmuskeln versehenen *Rissoella glabra* sind ebenso wie bei der obengenannten *Omalogyra atomus* kaum mehr Spuren davon festzustellen. Auch die große Fußdrüse mit der anschließenden tiefen Furche bei vielen Arten dieser Gruppe hängt wohl ebenso wie die direkte Entwicklung der Eier ohne freie Larven mit der Lebensweise zusammen. Einige Besonderheiten der Rissoellacea mögen aber darauf zurückzuführen sein, daß sie zu den kleinsten Gekreuztnervigen Schnecken gehören und sich von winzigen Algen ernähren. So reißen zum Beispiel die Vertreter der Gattung *Omalogyra* mit ihrem starken Mittelzahn der nur dreiteiligen Raspelzunge die Algen auf und saugen sie aus.

Eine ähnlich umfangreiche Überfamilie wie die Rissooidea bilden auch die CERITHIOIDEA, die bei uns mit nicht weniger als siebzehn Familien vertreten sind. Zu den außereuropäischen Formen gehören die süßwasserbewohnenden SYRNOLOPSIDAE Ostafrikas, die ABYSOCHRYSIDAE der Tiefsee, die nahe ver-

Links, von oben nach unten:

Gemeine Napfschnecke (*Patella vulgata*, s. S. 58, vgl. Abb. 4, S. 45)

Bunter Kreisel (*Calliostoma zyziphinus*, s. S. 59, u. Abb. 3, S. 45)

Gepunktete Nabelschnecke (*Naticarius stercusmuscarum*, s. S. 85 u. Abb. 9, S. 55)

Kamtschatka-Seeohr (*Haliotis kamtschatkana*, vgl. S. 54 u. Abb. 6, S. 45)

Rechts, von oben nach unten:

Riesenlochschncke (*Lucapina crenulata*)

Stumpfe Strandschnecke (*Littorina obtusata*, s. S. 68, vgl. Abb. S. 71 u. Abb. 6, S. 46) auf Blasentang (*Fucus*) *Calliostoma annulatum* (vgl. S. 59)

wandten PLEUROCERIDAE und THIARIDAE, schließlich die an warmen Stränden heimischen PLANAXIDAE und die meeresbewohnenden MEDULIDAE. Beliebte Sammelobjekte sind die kegel- bis scheibenförmigen Schalen der SONNENSCHNECKEN (Familie Architectonicidae), die schön gezeichnet und mit Farbstreifen und Farbmustern versehen sind: so unter anderem die der indopazifischen SONNENUHR (*Architectonica perspectiva*). Zahlreiche Arten leben auf verschiedenen Korallen, unter ihnen auch die südeuropäische, kaum zwei Millimeter große *Philippia hybrida*. Einige Vertreter der Gattung *Heliacus*, zum Beispiel *Heliacus cylindricus* in Westindien, sind besonders auf Krustenanemonen (Zoantharia; s. Band I) zu finden, von deren Gewebe sie sich ernähren. Biologisch recht ähnlich verhalten sich die Vertreter der MATHILDIDEN (Familie Mathildidae); sie besitzen ein hochgetürmtes Gehäuse und — wie zum Beispiel die südeuropäische *Mathilda quadricarinata* — eine aufgestellt-linksgewundene Embryonalschale.

Hier schließen sich die TURMSCHNECKEN (Familie Turritellidae) an. Unsere GEMEINE TURMSCHNECKE (*Turritella communis*) erreicht mit ihrem Gehäuse, das bis zu neunzehn Umgängen gewunden ist, eine Größe von fünf Zentimeter; der Deckel ist beborstet. Sie ernährt sich strudelnd und ist dementsprechend auch mit einem Fermentstiel ausgestattet. Man findet sie ungewein häufig auf den Schlammböden aller europäischen Meere, allerdings meist eingegraben. Die recht ähnliche, nur wenig kleinere GEKIELTE TURMSCHNECKE (*Archimediella triplicata*), die im Mittelmeer und im anschließenden Atlantik lebt, fällt durch die drei — oder auch nur zwei — hervorspringenden Längsreifen an den Umgängen des Gehäuses auf. Zu den Turmschnecken zählt auch die schwambewohnende SCHLANGENSCHNECKE (*Tenagodus obtusus*) des Mittelmeers, die durch ihr unregelmäßig gewundenes und festgewachsenes, aber mit einem langen Längsschlitz versehenes Gehäuse bereits zu den Wurmschnecken überleitet.

Diese WURMSCHNECKEN (Familie Vermetidae) sind recht eigenartige Tiere; nur noch durch ihre Jugendschale erinnern sie an die gewohnten Schnecken. Sie leben festgewachsen auf dem Untergrund, und wegen ihres unregelmäßig gewundenen Gehäuses und der weitgehenden Rückbildung des Fußes gleichen sie mehr den gehäusebildenden Borstenwürmern (s. Band I) als richtigen Schnecken. Es ist das Verdienst des Forschers Adanson, die Wurmschnecken als Weichtiere erkannt zu haben; darum führt auch eine typische Art (*Vermetus adansonii*; Abb. 9 u. 10, S. 46) seinen Namen. Die bei uns häufigste MITTELLÄNDISCHE WURMSCHNECKE (*Serpulorbis arenaria*; Abb. 8, S. 46) erreicht eine Größe bis über zehn Zentimeter und hat einen zehn bis fünfzehn Millimeter weiten runden Querschnitt. Weniger bizarr geformt ist meist das Gehäuse der kleineren DREIKANT-WURMSCHNECKE (*Bivonia triquetra*) von den südeuropäischen Küsten; ihr annähernd dreieckiger Schalenquerschnitt ist zudem durch eine Knotenlinie entlang der Windungen gekennzeichnet. Mit der festsitzenden Lebensweise dieser sonderbaren Wurmschnecken hat sich auch die Ernährung stark abgeändert; die Wurmschnecken sind nämlich richtige »Schleimnetzfänger«. Ihre Fußdrüse gibt Schleimfäden ab, die zu einem Netz verbunden werden und Kleinstlebewesen und organische Stoffe aus dem Wasser herausfangen. Von Zeit zu Zeit ergreift die



Hochgetürmtes Gehäuse
von *Mathilda quadricarinata*.



Caecum glabrum und Jungenschale.

Wurmschnecke mit der Raspelzunge die Fäden und zieht sie mitsamt der Beute in den Mund hinein.

Die sehr kleinen, auf Sandböden lebenden CAECIDEN (Familie Caecidae) haben zunächst ein flach-spiralig aufgerolltes Gehäuse. Im späteren Wachstum streckt sich das Gehäuse, die jugendliche »Schneckenschale« wird abgeworfen, und an der Bruchstelle bildet sich eine Scheidewand. Der größte einheimische Vertreter dieser Familie, das fünf Millimeter messende *Caecum trachea*, ist leicht an der geringelten Schale zu erkennen; weniger als zwei Millimeter groß, stellenweise aber viel häufiger, ist das glattschalige *Caecum glabrum*, das — als einzige bisher bekannte Gekreuztnervige Schnecke — den Lückenraum von Grobsanden an den europäischen Küsten bewohnt.

Die drei Familien der THIARIDAE, MELANOPSIDAE und PLEUROCERIDAE wurden früher zur Gruppe der Melaniidae i. w. S. zusammengefaßt; an sie schließen sich die PLANAXIDAE und MODULIDAE an. Offensichtlich pflanzen sich die im Süßwasser lebenden Thiariden und die meeresbewohnenden Planaxiden durch Jungfernzeugung (Parthenogenese) fort, da bisher keine Männchen gefunden werden konnten. Eine Bruttasche sorgt für den Schutz der Nachkommenschaft. Dagegen sind die ebenfalls im Süßwasser heimischen Melanopsiden und Pleuroceriden getrenntgeschlechtlich und eierlegend. Die wenigen Arten der in der Alten Welt beheimateten Melanopsiden bewohnen nur wärmere Regionen. Daher bevorzugen die im Raum von Ungarn und der Balkanhalbinsel vorkommenden Arten *Fagotia acicularis* und *Fagotia esperi* Thermalquellen und ähnliche temperierte Gewässer. Auch die vom Wiener Becken bis nach Südosten verbreitete *Amphimelania holandri* und die in den Karpaten und im Balkan lebende *Amphimelania parvula* findet man an ähnlichen Orten. Die Pleuroceriden umfassen nur außereuropäische Vertreter.

Die Gehäuse von *Pirenella conica* aus den brackigen Gewässern oder Salzseen des Mittelmeergebiets und vom viermal kleineren *Cerithidium submillatum* (5 mm), das vom Schwarzen Meer bis zur Biskaya vorkommt, gleichen schon sehr denen der echten SEENADELSCHNECKEN (Familie Cerithiidae). Hierzu gehören die an allen europäischen Küsten in der Algenzone recht häufige NETZHORN-SCHNECKE (*Bittium reticulatum*; Abb. 2, S. 46), die bis über acht Zentimeter große GEMEINE SEENADELSCHNECKE (*Gourmya vulgata*; Abb. 3, S. 46) aus dem Mittelmeer und dem südöstlichen Atlantik sowie die viel kleinere GEWÖHNLICHE SEENADELSCHNECKE (*Gourmya rupestris*) aus Süd- und Südwesteuropa. Die letztere Art ist aber mehr eine Bewohnerin der schlammigen Gründe, dagegen kommt die HÖCKRIGE SPITZNDEL (*Cerithiopsis tubercularis*; Schl 7 mm) aus der Algenzone auch auf Schwämmen vor. Überhaupt scheinen zahlreiche Seenadelschnecken auf Schwammnahrung spezialisiert zu sein. Ihre Sonderstellung zeigt sich auch in der Verschieden-gestaltigkeit der Samenzellen, wobei die sogenannten Spermatozeugmen zu Trägern der eigentlichen Samenzellen werden. Die VERKEHRTSCHNECKEN (Familie Triphoridae) weichen durch ein linksgewundenes Gehäuse ab — eine Eigenheit, die bei unserer ECHTEN VERKEHRTSCHNECKE (*Triphora perversa*) auch im wissenschaftlichen Namen ausgedrückt ist.

Eine biologisch recht interessante Gruppe sind die FIEDERZÜNGLER (Pteno-



Riesenspermien (Spermiozeugma, s. S. 78) mit Besatz zahlreicher Samenzellen der Höckerigen Spitznadel (1), Gemeinen Wendeltreppe (2), Veilchenschnecke (3).



Veilchenschnecke mit Schaumfloß [s. S. 78].

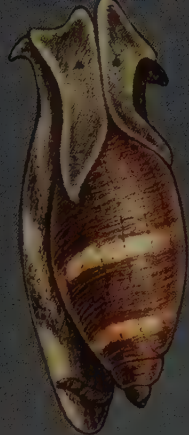
glossa]. Hierunter werden die Familien der WENDELTREPPENSCHNECKEN (Epitoniidae) und VEILCHENSCHNECKEN (Janthinidae) wegen ihrer vielen Gemeinsamkeiten im gröberen und feineren Körperbau zusammengefaßt. Wie W. Ankel berichtet, hat die GEMEINE WENDELTREPPE (*Epitonium clathrus*; Abb. 7, S. 46) freilich ein völlig anders gestaltetes Gehäuse als die Veilchenschnecke (*Janthina janthina*), aber den gleichen Bau und die gleiche Funktion der Raspelzunge. Ebenso sind die Kiefer, die sehr charakteristisch angelegten Speicheldrüsen und das Nervensystem vom gleichen Grundplan. Bei beiden Gattungen scheidet eine Manteldrüse eine purpurfarbene Absonderung von unbekannter Bedeutung aus. Außerdem haben beide eine höchst eigenartige, im gesamten Tierreich einzigartige Form der Samenbildung; sie bringen auf die gleiche Art und Weise riesenhafte Spermien hervor, die dann den echten Samenzellen als Träger dienen (Spermiozeugmen; Abb. S. 77). Schließlich sind die Arten beider Gattungen auch auf die gleichartige Nahrung spezialisiert: nämlich auf Nesseltiere, wobei die Wendeltreppenschnecke Aktinien (Seerosen) bevorzugt, die Veilchenschnecke aber Segelqualen.

Trotz dieser vielen Gemeinsamkeiten haben beide Familien eine grundverschiedene Lebensweise. Die Wendeltreppenschnecken — zu denen neben der schon erwähnten Gemeinen Wendeltreppe die ROTE WENDELTREPPE (*Opalia crenata*) aus dem Mittelmeer und dem Nordatlantik sowie die LAMELLEN-WENDELTREPPE (*Cirsotrema communatum*) gehören — sind bodenlebend und suchen ihre Nahrung mit Hilfe von Sinneseindrücken auf. Dagegen treiben die Veilchenschnecken mit Hilfe eines selbst angefertigten Schaumfloßes auf der Meeresoberfläche dahin (Abb. S. 77); sie sind blind, ihnen fehlen auch die Schweresinnesorgane. So können sie nur Beute erwischen, die zufällig an ihr Floß herantreibt. Die Veilchenschnecken sind auch nicht mehr in der Lage, normal zu kriechen; denn ihr Fuß ist für die Floßbildung spezialisiert. Übrigens ist auch der Schalendeckel bei ihnen rückgebildet. Zur Anfertigung des Schaumfloßes holt sich die löffelförmige Fußspitze von der Oberfläche eine Luftblase, die mit Schleim versehen, verfestigt und an der Fußsohle mit weiteren Blasen zu einem Floß verkittet wird. Den zweigeschlechtlichen Tieren dient das Floß auch gleich als Brutkammer; denn die sehr zahlreichen Eier (bis zu zweieinhalb Millionen Stück) werden in bis über fünfhundert Kokons unter dem Schaumfloß befestigt. Nach dem freien Larvenstadium (Veligertypus; s. S. 23) beginnen die Jungtiere ihr eigenes Floß zu bauen, das sich von ihrem violetten Gehäuse gut abhebt. Wie andere Schnecken (z. B. Seehasen; s. S. 124) und die meisten Kopffüßer können auch die Veilchenschnecken bei Störung eine Farbstoffwolke von sich geben; sie ist bei ihnen violett, wie ja schon ihr deutscher Name sagt.

In der Überfamilie der EULIMOIDEA sind nur noch die ACLIDIDEN (Familie Aclididae) mit einer deutlichen Raspelzunge ausgestattet, die jener der Fiederzüngler sehr ähnlich ist. Ein bei uns heimischer Vertreter dieser Familie ist die FALSCH E TURMSCHNECKE (*Aclis supranitida*). Die EULIMIDEN (Familie Eulimidae) schmarotzen auf Stachelhäutern, haben einen Rüssel und leben saugend von den Körpersäften ihrer Wirte. Noch wenige und kleine spitze Zähne finden wir bei der Gattung *Leiostraca* mit der an den europä-

Kopfschildschnecken:

1. *Acteon tornatilis*
(s. S. 97)
2. *Haminea hydatis*
(s. S. 97)
3. Gemeine Blasenschnecke
(*Bulla striata*, s. S. 97)
4. Seemandel (*Philine quadripartita*, s. S. 98)
5. *Scaphander lignarius*
(s. S. 98)
6. *Retusa truncatula*
(s. S. 98)
7. *Aglaja despecta* (s. S. 98)
8. *Microhedyle glandulifera* (s. S. 101)
- Seeschmetterlinge:
9. *Clio pyramidata*
(s. S. 102)
10. *Cavolinia tridentata*



1



2



3



4



5



6



8



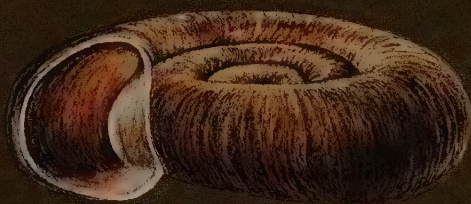
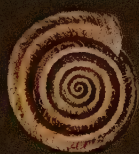
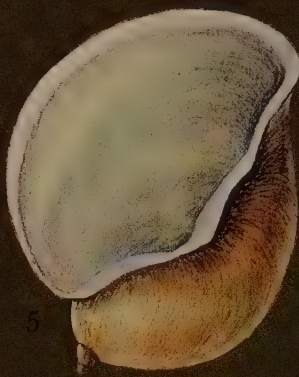
7



9



10



ischen Küsten häufigen *Leiostraca subulata*; bei den verwandten Arten jedoch fehlen die Zähne ebenso wie die Kiefer. *Eulima incurva* schmarotzt auf Schlangensteinen oder Haarsteinen, ähnlich wie *Eulima perminima*, *Balcis polita* und andere, die an den europäischen Küsten häufig sind.

Echte Schmarotzer sind die STILIFERIDEN (Familie Stiliferidae; Abb. S. 65/66) und die sich anschließenden drei Familien. Sie besitzen keine Raspelzunge und werden mit den Eulimiden in der Gruppe der ZUNGENLOSEN (Aglossa) zusammengefaßt. Innerhalb dieser Gruppe zeigt sich eine zunehmende Spezialisierung von Außenschmarotzern zu Innenschmarotzern, die alle an oder in Stachelhäutern leben (s. S. 321 u. 350). Als Besonderheit bilden diese Schnecken einen »Scheinmantel« aus, eine am Grunde des meist langen Rüssels entwickelte scheiben- oder kragenförmige Lappenbildung des Fußes, die bei unserer (zwittrigen) *Pelseneeria stylifera* an den Fühlern endet und teilweise schon die Schale umhüllt. Diese Art hat auch noch kleine Augen, ferner kann ihr Fuß noch als Kriechorgan verwendet werden. *Pelseneeria profunda* dagegen hat als Schmarotzer von Tiefsee-Seeigeln im Atlantik nur noch einen sehr kleinen Fuß, außerdem rückgebildete Augen und Fühler. *Gasterosiphon deimatis* (Abb. S. 82) schließlich lebt als echter Innenschmarotzer in einer Tiefsee-Seegurke (*Deima blackei*).

Diese Art wird von H. F. Nierstraß wie folgt geschildert: Das erwachsene Tier hat einen ovalen Körper, der sich in zwei Reihen fortsetzt. Das eine Rohr, der Siphon, ist kurz und durchbohrt die Haut; das andere ist lang, hat zwei verschiedene Teile und öffnet sich in den Randkanal des Wirtes. Diese Schnecke ist in einen riesigen Scheinmantel gehüllt; und der Scheinmantel ist hier eine reine Rüsselbildung. Das Tier zeigt noch deutliche Windungen, besitzt aber keine Schale mehr. Vom Fuß lassen sich Reste in Form von zwei langen seitlichen Lappen nachweisen. Übrigens fehlen die Tentakel mit den Augen, der Mantel, die Kiemen, das Herz und die Niere.

Im Wassergefäßsystem einer Seegurke (der Polischen Blase von *Eupygurus pacificus*) schmarotzt der japanische *Paedophoropus discoelobius* (KL 3–5 mm). Er bildet keinen Scheinmantel aus und ist getrenntgeschlechtlich; seine Larven wachsen in einer Fußhöhle auf, die als Brutraum dient. Sie haben noch eine Schale mit zwei Windungen und einem Verschlußdeckel (Operculum), während das erwachsene Tier kein Gehäuse und auch keinen After mehr besitzt. Die schlauchförmigen Arten *Entocolax ludwigi* aus dem Beringmeer und *Entoconcha mirabilis* (Abb. 11, S. 46) von den europäischen Küsten haben stark rückgebildete innere Organe und sind getrenntgeschlechtlich; ihre Zwergmännchen befinden sich innerhalb des Scheinmantels. Auch sie befallen Seegurken; der Wirt der letzteren Art ist die an unseren Küsten häufige Seegurke *Leptosynapta*. An den norwegischen Küsten schmarotzt *Enteroxenos östergreni* (KL bis 10 cm) im Darm der Seegurke *Stichopus*; sie ist ebenso wie *Entoconcha* und *Entocolax* getrenntgeschlechtlich und bildet keinen Darm mehr aus. Im Innern findet man aber nur einen großen Hohlraum, der durch einen Flimmerkanal mit der Darmwand verbunden ist, sowie die Eiballen und die stark umgestalteten »Zwergmännchen«.

Mit der Überfamilie der HIPPONICOIDEA kommen wir wieder zu den gewohnten Gehäuseschnecken mit Raspelzunge. Zu ihr gehört neben den bei

Wasserlungenschnecken:

1. Große Schlamm Schnecke (*Lymnaea stagnalis*, s. S. 105)
2. Kleine Schlamm Schnecke (*Galba trunculata*, s. S. 106)
3. Quellenblasenschnecke (*Physa fontinalis*, s. S. 106)
4. Sumpfschnecke (*Galba palustris*, s. S. 106)
5. Ohrförmige Schlamm Schnecke (*Radix auricularia*, s. S. 105)
6. Spiralige Tellerschnecke (*Anisus vortex*, s. S. 106)
7. Gemeine Flußnapf Schnecke (*Ancylus fluviatilis*, s. S. 107)
8. Posthornschnecke (*Planorbis cornutus*, s. S. 106)

Landlungenschnecken:

9. Zebraschnecke (*Zebrina detrita*, s. S. 109)
10. Berg-Vielfraßschnecke (*Ena montana*, s. S. 109)
11. Gemeine Bernstein Schnecke (*Succinea putris*, s. S. 109 u. Abb. S. 94)

uns nicht heimischen VANIKORIDEN (Familie Vanikoridae) und der in den tropischen Meeren verbreiteten DRAGONERKAPPE (*Cheila equestris*) der im Atlantik und im Mittelmeer vorkommende *Fossarus costatus* (6 mm). Eine kleinere Überfamilie stellen auch die CALYPTRAEOIDEA dar. Unter ihnen fallen — im Gegensatz zur nordischen *Trichotropis borealis* — die deckellosen HUTSCHNECKEN (Familie Capulidae) schon der Form wegen auf. Die im Alpen-gürtel regelmäßig zu findende große UNGARKAPPE (*Capulus hungaricus*; KL 5 cm) ist ein harmloser Filtrierer von Kleinstlebewesen und besitzt demzufolge einen Fermentstiel (s. S. 69). Dagegen saugen die schmarotzenden Hutschnecken mit ihrem zu einem Rüssel verlängerten Schlund, dem die Raspelzunge fehlt, die Leibesflüssigkeit des Wirtes auf. Die Hutschnecken sind übrigens schon fossil aus den ältesten Zeiten bekannt. Auf Seesternen lebt in Südindien *Thyca ectoconcha*. Nur die ebenfalls aus Indien stammende *Thyca stellasteris* besitzt keinen Rüssel; dafür aber unterscheiden sich — als Ausnahme in dieser Gruppe — die viel kleineren Männchen von den Weibchen. Der Fuß übt kaum mehr eine Tätigkeit aus und wird durch eine besondere Haftscheibe verdrängt; der Verlauf des Darmes ist bei den Hutschnecken oft vereinfacht.

Auch den zur gleichen Überfamilie zählenden CALYPTRAEDEN (Familie Calyptraeidae) fehlt ein Schalendeckel; doch es hat sich eine innere Scheidewand zur Abschirmung und zur Stützung des Eingeweidesackes gebildet. Der kreisrunde CHINESENHUT (*Calyptraea chinensis*; KL 2 cm) weicht sonst in der äußeren Form wenig von den Hutschnecken ab. Ein typischer Strudler ist die bekannte PANTOFFELSCHNECKE (*Crepidula fornicata*; Abb. 12, S. 46), die folglich auch Austernkulturen schädigt; sie weist wie der Chinesenhut den für Strudler kennzeichnenden Fermentstiel im Magen auf. Vor allem aber ist die Pantoffelschnecke durch ihre so auffallende Fortpflanzungsweise bekanntgeworden: Umherkriechende geschlechtsreife Tiere sind stets Männchen, die sich früher oder später festsetzen — oft auf weiblichen Tieren —, eine Zeitlang unfruchtbar sind und dann zu Weibchen werden. Man nennt diese eigenartige Erscheinung konsekutiven Hermaphroditismus. Dadurch entstehen die bekannten »Turmketten«, bei denen die unteren Tiere stets Weibchen, die oberen stets geschlechtsreife Männchen sind. Die Besamung der Weibchen erfolgt aber dennoch durch umherkriechende Männchen und nicht etwa aus der »eigenen« Kette.

Durch ihre äußere Gestalt leiten die XENOPHORIDEN (Familie Xenophoridae, unter ihnen *Xenophorus crispa* aus dem Mittelmeer), die auch zur Überfamilie der Calyptraeidea gehören, bereits zu den FLÜGELSCHNECKEN (Überfamilie Stromboidea; s. S. 71) über. Wie der Name schon sagt, ist bei den Flügelschnecken der Mundrand der Schale häufig flügelartig verbreitert. Vielfach ist der Fuß in zwei hintereinanderliegende Abschnitte aufgeteilt. Hierzu gehört neben den sich strudelnd ernährenden STRAUSSENSCHNECKEN (Familie Struthiolariidae) aus dem Indopazifik vor allem der bekannte PELIKANFUSS (*Aporrhais pespelecani*; Abb. 5, S. 55), ein häufiger Bewohner unserer Schlammböden, der dort teils von Bodensstoffen selbst, teils auch vom Strudeln lebt. Besonders eigenartig für eine Schnecke ist die schrittweise Fortbewegung des Pelikanfußes: Er hebt erst die Schale an und stemmt sie nach vorn, dann



Gasterosiphon deimatis,
ein echter Innenschmarotzer (s. S. 81).



Turmkette der Pantoffelschnecke.

Der Pelikanfuß

Die Fichterschnecke

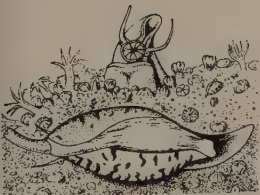
hebt er unter dem aufliegenden Gehäuse den Fuß an und setzt ihn vor. Die karibisch-westindische FECHTERSCHNECKE (*Strombus gigas*; Abb. 4, S. 55) bewegt sich im Prinzip nicht viel anders; allerdings kann bei diesen sehr lebhaften Tieren durch Verankern und durch ruckartiges Versteifen des Hinterfußes eine Art Sprung zustande kommen, der eine halbe Körperlänge ausmacht. Mitunter kommt bei der Fichterschnecke eine Perlenbildung vor. Diese mit guten Augen zum Richtungssehen ausgestattete Schnecke ist besonders wegen des messerscharfen Verschlussdeckels gefürchtet; die in der Strandgegend lebenden Tiere schlagen damit bei Beunruhigung schnell um sich, so daß sie einem watenden Menschen tiefe Wunden zufügen können. Im indopazifischen Gebiet lebt die TEUFELSKRALLE (*Pterocera chiragra*); ihre mit sechs starken Fortsätzen versehene Schale wurde früher von der einheimischen Bevölkerung als gefährliche Faustwaffe (vgl. Schlagring) verwendet.

Eine interessante Überfamilie sind die zum Teil noch mit zwei Spindelmuskeln versehenen LAMELLARIOIDEA mit den Gattungen *Lamellaria*, *Velutina* und *Trivia*; denn einige unter ihnen findet man auf Manteltieren (s. S. 434), so zum Beispiel *Velutina velutina* oder die weitverbreitete *Lamellaria perspicua*, deren Schale vollständig vom Mantel überwachsen ist. *Velutina flexilis* hingegen ernährt sich von Nesseltieren (s. Band I); *Erato voluta* ist sowohl auf Manteltieren als auch auf Korallen anzutreffen; *Trivia monacha* und *Trivia europaea* leben auf koloniebildenden Manteltieren, in die sie – ähnlich wie andere Arten – auch die mit einem Hals versehenen Eikapseln ablegen. *Sacculus okai* aus dem Pazifik bewohnt sogar die Manteltiere selbst und erzeugt dadurch in ihnen gallertartige Anschwellungen. Der Großteil der LAMELLARIOIDEN und EROTIDEN (Familien Lamelliariidae und Erotidae) ist zudem noch durch eine besondere Larve (die sog. Echinospira) ausgezeichnet. Wenn sich die Larvenschale bildet, wird die äußere Schicht getrennt abgeschieden, so daß zwischen ihr und der eigentlichen Embryonalschale ein mehr oder weniger großer, mit Gewebswasser erfüllter Raum bleibt. Vielfach ist diese Schale, die bis zweieinhalb Millimeter lang sein kann, an der Außenseite mit Skulpturen und Stacheln versehen; sie ermöglicht es den Larven, leicht im Wasser zu schweben wie auf einem Floß und auch länger eine planktonische Lebensweise zu führen. Die schon erwähnte Ungarkappe besitzt ebenfalls eine solche Echinospiralarge. An diese Formen schließen sich vielleicht die systematisch weitgehend unsicheren Arten *Asterophila japonica* und *Ctenosculum hawaiiense* an. Sie sind im Umriß muschelähnlich und leben als echte Innenschmarotzer in Seesternen.

Den Lamellarioidea gleichen die PORZELLANSCHNECKEN (Überfamilie Cypraeoidea) sowohl biologisch als auch durch ihren Mantellappen, der das Gehäuse zum großen Teil bedeckt, und ihren eigenen Atemsipho, eine röhrenartige Verlängerung des Mantelraums. Sie sind als beliebte Sammelstücke gut bekannt. Unter ihnen findet man alle europäischen OVULIDEN (Familie Ovulidae) durchweg auf verschiedenen Korallen. Einige Arten, so die MITTELLÄNDISCHE SPELZENSCHNECKE (*Simnia spelta*), lagern die von den Hornkorallen aufgenommenen Farbstoffe im Mantel ab und erhalten so nach wenigen Wochen eine Schutzfärbung. Die sich geographisch anschließende ATLANTISCHE SPELZENSCHNECKE (*Simnia patula*) lebt auf Lederkorallen und Hydropolypen



Trivia monacha auf einer koloniebildenden Seescheide, rechts Eikapseln.



Atlantische Spelzenschnecke auf einer Seemannshand (*Alcyonium*).

(s. Band I); die nur halb so große südeuropäische PORZELLANSCHALE (*Pedicularia sicula*) sitzt an Horn- und Edelkorallen fest und paßt sich sogar in ihren Umrissen dem Wirt an.

Dagegen leben die einheimischen CYPRAEIDEN (Familie Cypraeidae) frei auf Schlamm- und Hartböden, ernähren sich aber räuberisch von Korallen und Schwämmen. Typische Beispiele hierfür sind die beiden südeuropäischen Arten: die BIRNEN-PORZELLANSCHNECKE (*Zonaria pyrum*; KL über 4 cm) und die noch größere, sehr veränderliche BRAUNE PORZELLANSCHNECKE (*Luria lurida*). Sowohl diese beiden Arten als auch die PANTHERSCHNECKE (*Cypraea pantherina*) hatten schon seit dem klassischen Altertum eine besondere Bedeutung: Sie wurden als Amulette gegen Unfruchtbarkeit und Geschlechtskrankheiten getragen. Auf Zypern war die Schale der Pantherschnecke als »Concha venerea« der Liebesgöttin Aphrodite geweiht; daher stammt auch ihr Gattungsname »Cypraea«. Auch heute noch reihen Mädchen die Schalen vielfach zu Ketten auf und schmücken sich damit, wenn auch der ursprüngliche Sinn solcher »Amulette« wohl verlorengegangen ist. Nicht weniger bekannt sind durch ihre schöne Färbung die TIGERSCHNECKE (*Cypraea tigris*; GL etwa 8 cm; Abb. 1, S. 55 u. Abb. S. 72) und die goldgelbe ORANGEN-PORZELLANSCHNECKE (*Cypraea aurantium*).

Die Pantherschnecke

Unter den indopazifischen Porzellanschnecken sind vor allem die glänzend-weißschaligen KAURISCHNECKEN oder CAORISCHNECKEN (Gattung *Monetaria*; GL bis 25 mm) berühmt geworden. Man bezeichnet sie vielfach fälschlich als »Kaurimuscheln«. Früher dienten sie in China, Japan und Indien als Zahlungsmittel; dies drückt sich auch in ihrem wissenschaftlichen Namen »Monetaria« aus. Schon in frühester Zeit gelangten sie auf dem Handelsweg bis nach Nordeuropa; und selbst bis ins 19. Jahrhundert hinein hatten sie Geldwert, so die RING-KAURISCHNECKE (*Monetaria anulus*) in Siam und Bengalen, ferner die GELD-KAURISCHNECKE (*Monetaria moneta*) am oberen Songkhoi-Fluß in Südwestchina, im Orient und in Zentralafrika.

»Kaurimuscheln«

Alle diese Porzellan- und Kaurischnecken und noch viele andere Arten haben in den verschiedensten Gegenden unserer Erde eine starke kulturelle Bedeutung erlangt. Sie wurden zum Beispiel schon im alten Ägypten als Grabbeigaben verwendet. Als mythische Symbole, als vielfältiger Schmuck, als mannigfache Werkzeuge und sogar als ein chinesisches Schriftzeichen für Satzbildungen, die mit den Begriffen des Handels und der Geldwirtschaft zusammenhängen, sind sie immer wieder von Menschen verehrt oder genutzt worden. Von ihren oft wunderschön gezeichneten Schalen ist nur die äußerste Windung zu sehen, da die Spindel von ihr umwachsen wird. Bei lebendigen Tieren sind die Schalen vielfach überhaupt nicht zu sehen; denn die breiten Mantellappen bedecken das Gehäuse fast ganz. Übrigens können die Mantellappen auch selbst Kalkstoffe abscheiden. Interessant ist, daß das Porzellan den Namen von den Schnecken erhalten hat und nicht umgekehrt. M. Schilder schreibt darüber: »Als Marco Polo gegen Ende des 13. Jahrhunderts das erste chinesische Porzellan mit nach Europa brachte, fiel seinen Landsleuten die Ähnlichkeit mit den ihnen vertrauten und von ihnen »porcelletta« oder »porcellana« genannten Schneckenschalen auf, und sie übertrugen diesen Namen.«

Porzellan

Überfamilie
Kielfüßer

Mit den KIELFÜßERN (Überfamilie Atlantoidea oder Heteropoda) kommen wir zu Schnecken, die sich an das frei schwimmende Leben in der Hochsee angepaßt haben und nur bei Herbst- oder Winterstürmen in Küstennähe auftreten. Die Tiere schwimmen auf dem Rücken und sind vollkommen durchsichtig. Der vordere Abschnitt ihres Fußes ist seitlich stark zusammengedrückt (ein Saugnapf ist der Rest der Sohle); er dient — nach oben gekehrt — durch schnelles Schlagen als Antriebsmotor. Unter diesen Schnecken sind die ATLANTIDEN (Familie Atlantidae) noch mit einem — allerdings sehr dünn-schaligen — gekielten Gehäuse nebst Deckel versehen; hierzu gehören die im Mittelmeer häufigen, nur einige Millimeter großen Arten *Atlanta peroni* (Abb. 3, S. 55) und *Oxygyrus keraudreni*. Als schwebende Formen sind sie wie alle Kielfüßer auf treibende Nahrung angewiesen, die sie zum Teil mit Hilfe ihrer gestielten Augen sichten; mit ihrem Saugrüssel und der Greifzahnraspelzunge erfassen und verschlingen sie oft Quallen und andere frei schwimmende Tiere, die sie bewältigen können. Die stattliche *Carinaria mediterranea* (GL bis über 30 cm; Abb. 2, S. 55) kann sogar größere Tiere erbeuten; außerdem schwimmt sie auch recht gut mit Hilfe des großflächigen Vorderfußes und des zu einer Steuerflosse umgebildeten hinteren Fußteils. Das Gehäuse sitzt bei dieser Art wie bei allen CARINARIIDEN (Familie Carinariidae) nur noch als kleiner Hut über dem Eingeweidesack, der von Sekundärkiemen umsäumt ist. Bei den PTEROTRACHEIDEN (Familie Pterotracheidae) sind schließlich Mantel und Schale völlig rückgebildet; in ihrer äußeren Gestalt gleichen sie aber weitgehend den Carinariiden; sie sollen auch bei Reizung phosphoreszierendes Licht ausstrahlen und so am Meeresleuchten beteiligt sein. Zu ihnen gehören die im Mittelmeer häufigen Arten *Pterotrachea coronata*, *Pterotrachea mutica* und *Firoloida desmarestia*. In dieser Familie besitzen nur die Männchen einen Saugnapf am »Kiel«; Fühler sind lediglich bei den männlichen Vertretern der Gattung *Firoloida* vorhanden.

Die NABELSCHNECKEN (Familie Naticidae) bewohnen weiche Böden aus Ablagerungen (Sedimenten) und graben sich hier meist im Schlamm ein. Ein Atemsiphon versorgt sie mit Sauerstoff. Sie stellen anderen Weichtieren (Schnecken und Muscheln) nach. Der schwellbare Vorderabschnitt ihres Fußes dient ihnen beim Graben wie eine Art »Pflug«. Haben sie eine Beute erwischt, so wird das Opfer zunächst mit der Absonderung eines unter der Mundöffnung gelegenen Organs »angeätzt«; dann erweitert die kräftige Raspelzunge das so entstandene Schalenloch, bis der Rüssel mitsamt der Raspelzunge eingeschoben und die Beute zerstückelt werden kann. Die GEBÄNDERTE MONDSCHNECKE (*Lunatia alderi*; GL kaum 2 cm) umwindet das Opfer außerdem mit Schleimfäden und »fesselt« es so, bevor sie abschnittsweise mit je 90 Grad ein Loch bohrt. Verwandte Arten, wie die GEPUNKTETE NABELSCHNECKE (*Naticarius stercusmuscarum*; Abb. 9, S. 55, u. Abb. S. 74) aus Südeuropa und *Sigaretus leachi* (Abb. 8, S. 55) aus dem Indopazifik, durchlöchern ganz ähnlich die erbeuteten Muscheln und Schnecken. Von einigen Nabelschnecken ist bekannt, daß sie einen kennzeichnenden Laich in Form einer Halskrause abgeben. Bei der BRAUNEN MONDSCHNECKE (*Lunatia catena*) wird dieses Band kegelförmig angeordnet zusammengelegt, während es

Mondschnecken

bei der Gebänderten Mondschncke kreisförmig ist. Über die Form des Laiches bei der KLEINEN NABELSCHNECKE (*Tectonatica affinis*; GL nur 6 mm), die an der gesamten europäischen Küste von der Wasserlinie bis in die Tiefsee verbreitet ist, wissen wir noch nichts.

Auch die letzte Überfamilie der so umfangreichen Unterordnung der Breitzünger, die der TONNENSCHNECKEN (Tonnoidea), ist mit einigen Vertretern in die Kulturgeschichte eingegangen. Es sind fast durchweg sehr große Schnecken mit einem Atemsiphon, einem kräftigen Fuß und stattlichen Gehäusen; sie stellen besonders Stachelhäutern und Muscheln nach. Während *Oocorys sulcata* aus den Tiefen des Atlantik nur vier Zentimeter groß wird, können wir bei der HELMSCHNECKE (*Galeodea echinophora*; GL 5–11 cm), die in geringer Tiefe im Mittelmeer lebt, schon die kräftige Entwicklung des Gehäuses sehen. Die indopazifischen STURMHAUBEN (Familie Cassidae) sind begehrte Sammel- und Ausstellungsstücke; so wird zum Beispiel die GROSSE STURMHAUBE (*Cassis cornuta*; Abb. 10, S. 55, vgl. Abb. S. 71) gern als Vitrinenschmuck verwendet, ebenso wie *Cypræacassis rufa*, aus denen man früher die bekannten Karneolin-Kameen schnitzte. In diese Gruppe aber gehören vor allem die TRITONSHÖRNER (Gattung *Charonia*). Das GEMEINE TRITONSHORN (*Charonia tritonis*; Abb. 7, S. 55) stammt in seiner typischen Unterart aus dem Indopazifik, kommt aber in einer anderen Unterart, die eine Größe von vierzig Zentimeter erreichen kann, auch bis in den Raum von Nordwestafrika vor und ist damit die größte Schnecke unserer »einheimischen« Tierwelt im weiteren Sinne.

In der Südsee wurde das Tritonshorn als Kriegstrompete verwendet. Man schloß seitlich ein Blasloch in die große Schale, so daß man sie wie eine Querflöte benutzen konnte. Aber auch bei den Römern war die »Buccina« in Gebrauch, mit der man die Bürger zu den Waffen rief. Hier handelt es sich um die TROMPETENSCHNECKE oder das KINKHORN (*Charonia lampas*; GL 30 cm). Noch heute dient die Trompetenschnecke den Mittelmeerfischern manchmal als Signalhorn; man bohrt das Blasloch bei ihren Gehäusen aber nicht in die Seitenwand ein, sondern schleift die Spitze ab, so daß dadurch eine Öffnung entsteht. In der Zeit des Rokoko sind Tritonshörner auf die vielfältigste Weise Ausstattungsgegenstände gewesen.

Auf nicht zu tiefen Schlammgründen im Mittelmeer findet man die gut acht Zentimeter große *Bursa scrobiculata*. Den gleichen Lebensraum bewohnt die bekannte FASS-SCHNECKE (*Tonna galea*; Abb. 6, S. 55), die eine beachtliche Größe von fünfundzwanzig Zentimeter erreicht. Wie alle Tonnenschnecken ernährt sie sich räuberisch, besitzt aber eine besondere Waffe zum Töten ihrer Beute. Man erkennt das schon an dem langen und beweglichen Rüssel mit der endständigen Saugscheibe. In zwei umfangreichen Schlundrüsen erzeugen die Tiere eine zwei- bis vierprozentige Schwefelsäure – eine einmalige Erscheinung im gesamten Tierreich. Die Schnecke spritzt ihrer Beute diese ätzende Säure ein, lähmt sie dadurch oder tötet sie mit den zu zwei rinnenförmigen Haken umgebildeten Kieferplatten; dann reißt die Raspelzunge aus dem überwältigten Tier große Stücke heraus, die von der Faßschnecke verschlungen werden. Somit stellen die Faßschnecken ein ähnliches Endglied in der Anpassung an die räuberische Lebensweise dar, wie wir dies

Die Trompetenschnecke

Schwefelsäure
im Tierreich

innerhalb der nun folgenden Unterordnung der Schmalzüngler bei den Kegelschnecken feststellen können.

Unterordnung Schmalzüngler

Die SCHMALZÜNGLER (Unterordnung Stenoglossa) stellen den jüngsten Zweig der Gekreuztnervigen Schnecken dar. Raspelzunge weist gewöhnlich nur drei Zahnplatten auf jeder Querreihe auf; Gehäuse in der Regel mit langem Schallensiphon. Fast durchweg räuberische oder aasessende Meeresbewohner. Fossil erst seit der oberen Kreidezeit bekannt, daher auch als »Neuschnecken« (Neogastropoda) bezeichnet. Achtzehn Familien in vier Überfamilien, insgesamt etwa 16 000 Arten.

Purpurgewinnung

Auch hier haben wir wieder eine sehr berühmte und einst vom Menschen hochgeschätzte Schneckengruppe; es sind die LEISTEN- oder STACHELSCHNECKEN (Familie Muricidae), die im Altertum den bekannten Purpur lieferten. Durch ihre oft eigenartig gebauten Schalen und den vielfach lang ausgezogenen Siphonalkanal fallen sie auf, vor allem aber durch eine besondere Drüse, die Hypobranchialdrüse, im Mantelraum, die aber bei fast allen wasserlebenden Gehäuseschnecken vorhanden ist. Bei den Stachelschnecken färbt sich die Absonderung dieser Drüse im Sonnenlicht jedoch rot bis violett. Schon die alten Phönizier aus Tyrus hatten diese Eigenschaft der »Purpurdrüse« entdeckt. Die Mittelmeervölker werteten dann die Leistenschnecken geradezu »fabrikmäßig« aus. Purpur war der begehrte Farbstoff jener Gewänder, in die sich die römischen Kaiser und Senatoren, die Tribune und die reichen Bürger kleideten.

Im Altertum wurden vor allem die PURPURNSCHNECKE (*Trunculariopsis trunculus*; Abb. 6, S. 56) aus dem Mittelmeer und dem lusitanischen Raum, das BRANDHORN (*Murex brandaris*; Abb. S. 71) aus dem Mittelmeer sowie die ROTMUND-LEISTENSCHNECKE (*Thais haemastoma*) aus dem Nordatlantik und dem Mittelmeer als »Purpura« bezeichnet. Die Purpurnschnecke liefert über Farbstufen von Gelb, Grün, Blau und Rot im Endstadium ein lichter Purpur, während sich die Absonderungen des Brandhorns und der Rotmund-Leistenschnecke im Sonnenlicht violett färben. Natürlich können aus einer einzigen Schnecke nur geringe Mengen an Farbstoff gewonnen werden. So mußten Abertausende von Schnecken ihr Leben für den Purpur lassen; die riesigen Schalenfelder bei Tyrus, Aquileja und anderen Orten sowie der berühmte Monte testacea (Schalenberg) bei Tarent liefern uns hierfür ein eindrucksvolles Zeugnis. Auch heute wird übrigens in einigen Gegenden des Mittelmeerraums aus Schnecken noch Purpur gewonnen. In der Bretagne und in Norwegen diente die STEINSCHNECKE (*Nucella lapillus*; Abb. 1, S. 56) einst den gleichen Zwecken, ebenso wie in Mittelamerika die Art *Purpura patula*. Nach wie vor erinnert der Purpurmantel, den die Kardinäle tragen, an die ehemals so kostbare Farbe, die heute allerdings auf chemischem Wege hergestellt wird.

Alle diese Leistenschnecken leben von tierlicher Beute oder von Aas; sie drücken die Beute mit dem Fuß fest an den Untergrund und verzehren sie dann. Meist dienen ihnen Muscheln oder See-Eicheln (s. Band I) als Nahrung. Einige Arten, wie die SCHUPPIGE LEISTENSCHNECKE (*Ceratostoma erinaceum*; Schl 6 cm; Abb. 2, S. 56), bohren mit Hilfe der Raspelzunge ein Loch in die Schalenklappen und führen dann den langen Rüssel ein; andere, wie das



Schmalraspelzunge (stenoglossse Radula) der Wellhornschnecke (s. S. 88).



Wellhornschnecke (*Buccinum undatum*, s. S. 88).

Brandhorn, öffnen die Muschel gewaltsam mit ihrem »Knackzahn«, der sich an der Schalenmündung befindet.

Von Interesse ist auch die starke Veränderlichkeit der Steinschnecke, die durch eine Zweigestaltigkeit der Chromosomen genetisch begründet ist. Zu erwähnen sind schließlich noch die BUNTSCHNECKE (*Pusia tricolor*; SchL 7 mm) aus dem Mittelmeer und der wunderschöne SPINNENKOPF (*Murex tenuispina*) aus dem Indopazifik, dessen zehn bis fünfzehn Zentimeter hohe Schale einen lang ausgezogenen Siphonalkanal hat und mit zahlreichen, in vier Reihen stehenden Dornen versehen ist.

In ihren Jugendformen ähneln die MAGILIDEN (Familie Magilidae) sehr stark den Leistenschnecken. Doch ihnen fehlt die Zungenraspel, und sie sind durchweg Schmarotzer auf Nesseltieren. Die meisten Formen leben auf Korallen, so zum Beispiel die mediterran-lusitanische *Coralliophila lamellosa* (GL 40 cm). Manche, wie der indopazifische *Magilus antiquus*, bohren sich auf chemische Weise in den Korallenkalk ein; andere werden sogar von den wachsenden Korallen eingeschlossen.

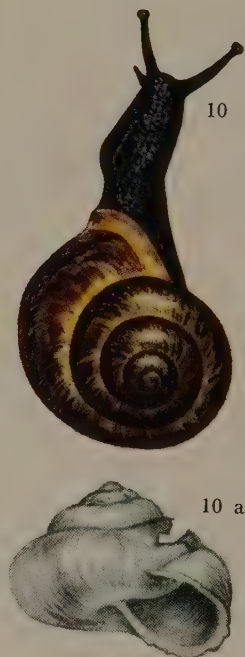
Die BIRNENSCHNECKEN (Familie Pyrenidae) zeigen ebenfalls eine Neigung, als Außenschmarotzer auf anderen Tieren zu leben, wenn auch nur auf oder in Schwämmen. Gelegentlich können wir dies bei der SCHLANKEN BIRNENSCHNECKE (*Mitrella scripta*) aus dem Mittelmeer feststellen. Die doppelt so große GEWÖHNLICHE BIRNENSCHNECKE (*Columbella rustica*; GL 3 cm) bewohnt dagegen die algenbewachsenen Küstengebiete Südeuropas.

Ein reiner Aasverzehrer ist die allbekannte WELHORN SCHNECKE (*Buccinum undatum*; GL 10 cm; Abb. 8, S. 56; Karte S. 87). Diese gut erkennbare und im Nordatlantik weitverbreitete Art zählt zur umfangreichen Familie der HORNSCHNECKEN (Buccinidae). Wie alle Lebewesen, die durch Vertilgung von Tierleichen als »Gesundheitspolizei des Meeres« tätig sind, besitzt auch das Wellhorn einen ausgezeichneten chemischen Geruchssinn; er wird durch den der Wasserströmung entgegeng gehaltenen Atemsiphon noch bedeutend erweitert. Die Fischer der Nordsee verwenden den marmoriert gefleckten Körper der Wellhornschnecke gern als Köder und nicht selten auch zur Bereicherung ihres Speisezettels. Die Wellhornschnecke legt zahlreiche verklumpte Eikapseln ab, deren jede bis zu tausend Eiern enthält; aber es kommen nur etwa zehn davon zur tatsächlichen Entwicklung, während die übrigen als »Nähreier« dienen. Die Tiere schlüpfen schon als fertige Jungschnecken aus den Kapseln. Früher benutzten die Fischer die leeren Eikapseln als »Seeseife« zum Säubern der Hände. Leere Schalen der Wellhörner werden vielfach von Einsiedlerkrebsen in Besitz genommen.

Von den zahlreichen einheimischen Hornschnecken sind im Mittelmeer die DICKHORNSCHNECKE (*Cantharus d'orbignyi*; SchL 2 cm), das in der Algenzone und auch in Häfen oft sehr dicht siedelnde KLIPPHORN (*Pisania striata*; SchL 3 cm) und das auf steinig en Gründen heimische SPINDELHORN (*Buccinulum corneum*; SchL 6 cm) recht häufig. Die Schalen des großen, im Nordostatlantik ab zehn Meter Tiefe verbreiteten NEPTUNSHORNS (*Neptunea antiqua*; SchL über 15 cm) dienten schon in frühen Zeiten als Tranlampen. Hierher gehört auch die nordische Gattung *Colus* mit dem RÖHRENHORN (*Colus gracilis*; SchL 7 cm).

Landlungenschnecken:

1. Große Rote Wegschnecke (*Arion rufus*, s. S. 112 u. Abb. S. 94)
2. Große Schwarze Wegschnecke (*Arion ater*, s. S. 112 u. Abb. S. 94)
3. Glatte Schließmundschnecke (*Cochlodina laminata*, s. S. 110, vgl. Abb. S. 94)
4. Große Egelschnecke (*Limax maximus*, s. S. 115 u. Abb. S. 94)
5. Ackerschnecke (*Dero-ceras agreste*, s. S. 115, vgl. Abb. S. 94)
6. Raubglanzschnecke (*Daudebardia rufa*, s. S. 115)
- 7., 8. Hainbänderschnecke (*Cepaea nemoralis*, s. S. 117, vgl. Abb. 3, S. 94)
9. Echte Achat schnecke (*Achatina achatina*, s. S. 111, vgl. Abb. S. 94)
10. Gefleckte Schnirkelschnecke (*Arianta arbutorum*, s. S. 116)
11. Große Heideschnecke (*Helicella obvia*, s. S. 117, vgl. Abb. S. 100)
12. Perforatella incarnata





Zahlreiche Riesenformen haben die HELMSCHNECKEN (Familie Busyconidae) ausgebildet. Der mit dem Siphonalkanal bis zu sechzig Zentimeter große RITTERHELM (*Syrinx proboscoidiferus*) aus der australischen Region ist die größte Schnecke überhaupt, die wir kennen.

Legt man in der Gezeitenzone auf flachem Schlammgrund ein Stück Frischfleisch oder Aas aus, so sammeln sich in kurzer Zeit neben Wellhornschncken vor allem große Mengen von gelbbraunen Schncken an, die mit weit ausgestrecktem Atemsiphon der Beutestelle zustreben; es handelt sich um die von Norwegen bis zum Schwarzen Meer weitverbreitete GEMEINE NETZREUSE (*Hinia reticulata*; Schl 3 cm; Abb. 9, S. 56), die zu den REUSENSCHNECKEN (Familie Nassariidae) gehört. Bis zu dreißig Meter weit vermögen die Tiere zu riechen. In Ruhelage ist von der Netzreuse nur der aus dem Schlamm herausragende Siphon zu sehen, welcher der Wasserströmung entgegeng gehalten wird. Die Netzreuse zeigt auch eine sehr interessante Fluchtreaktion, wenn ein Seestern in ihre Berührungsnähe kommt: Sie kippt das Gehäuse nach vorn und löst den Fuß vom Untergrund (daher liegt die Schalenmündung nach oben); dann streckt sie den Fuß wieder aus, um sich auf die Seite zu drehen und wieder Grund zu fassen. Durch öfteres Wiederholen dieses Vorgangs kann sie schneller entfliehen als durch Kriechen. Verwandte Arten, zum Beispiel die indopazifische BLASENREUSE (*Nassarius arcularis*), sind ähnlich wie manche Leistschncken besonders aufs Muschelknacken eingerichtet. Sie sitzen lauernd auf der Beute und warten, bis die Muschel ihre Schale einen Spalt weit aufmacht. Dann kippen sie ihre Schale blitzschnell nach vorn und klemmen den Mündungsrand zwischen die Klappen, so daß der lange Rüssel eindringen kann.

Im Gegensatz zu den kurz-eiförmigen Reusenschncken ähneln die SPINDELSCHNECKEN (Familie Fasciariidae) mit ihren gestreckten Gehäusen mehr den Hornschncken. Bekannte Vertreter sind die MITTELLÄNDISCHE SPINDELSCHNECKE (*Fasciolaria lignaria*) und die noch größere, in tieferen Schichten lebende NORDATLANTISCHE SPINDELSCHNECKE (*Buccinofusus berniciensis*; Schl 9 cm). Beide Arten besitzen eine verhältnismäßig klobig-schwere Schale, haben also nicht das schlanke Gehäuse mit dem ausgezogenen Siphonalkanal wie zum Beispiel *Fusinus rostratus* aus dem Mittelmeer.

Einen wunderschönen Anblick bieten die verschiedenen OLIVENSCHNECKEN (Familie Olividae), die allerdings in den europäischen Meeren nicht vorkommen. Die herrlich gefärbten olivenförmigen Gehäuse sind bei Sammlern beliebt. Sehr hübsch wirkt auch der oft einzigartig gezeichnete Mantel, der seitlich die Schale überdeckt. Olivenschncken bewohnen hauptsächlich die Tropen. So kommt die GEFLAMMTE OLIVENSCHNECKE (*Oliva flammulata*; GL 3 cm; Abb. 4, S. 56) vor der westafrikanischen Küste und die fast doppelt so große SCHWARZE OLIVENSCHNECKE (*Oliva maura*; Abb. 5, S. 56) im indonesischen Raum vor. Einer der bekanntesten Vertreter ist die PORPHYRWALZE (*Oliva porphyria*; Schl über 10 cm) aus Südamerika.

Die den Spindelschncken ähnlichen VASIDEN (Familie Vasidae) sind nur mit zwei Arten bei uns vertreten; so lebt *Metzgeria alba* in der Nordsee. Besonders erwähnenswert ist unter ihnen die »Sacred Chank« (*Xancus pyrum*), die heilige Schnecke des indischen Gottes Wischnu, die in Bengalen auch zu

Bedecktschalige

Breitfußschncken:

1. Kugelschncke (*Akera bullata*, s. S. 124)
2. Seehase (*Aplysia depilans*, s. S. 124, vgl. Abb. S. 122)
3. *Dolabella scapula* (s. S. 124)
4. *Aphysiella virescens* (s. S. 124)

Ruderschncken:

5. Walaat (*Clione limacina*, s. S. 125)
6. *Pneumodermon violaceum*

Schlundsackschncken:

7. Lanzettschncke (*Limapontia nigra*, s. S. 128)
8. *Lobiger serradifalci* (s. S. 127)
9. *Oxynoe olivacea* (s. S. 127)
10. Grüne Samtschncke (*Elysia viridis*, s. S. 127)

Armreifen zerschnitten und als Fruchtbarkeitssymbol verwendet wird. Die HARFENSCHNECKEN (Familie Harpidae) fehlen in unseren europäischen Meeren vollständig; als Sammlungsstück jedoch ist die DAVIDSHARFE (*Harpa ventricosa*; Abb. S. 73) aus dem Indischen Ozean bei uns recht gut bekannt. Artenarm sind die deckellosten WALZENSCHNECKEN (Familie Volutidae) mit der bekannten NOTENWALZE (*Voluta musica*) aus der Karibischen See; sie hat ihren Namen nach der Zeichnung auf ihrer Schale, die Notenlinien ähnelt. Ebenfalls recht auffällig ist die iberische OHRENWALZE (*Cymbium papillatum*; GL über 10 cm) mit ihrem weit abstehenden letzten Schalenumgang; meist sind die Tiere allerdings im sandigen Strand eingegraben.

Familie
Walzenschnecken

Zwei Familien räuberisch lebender Schnecken schließen sich hier an. Die CANCELLARIIDEN (Cancellariidae), zu denen die südwesteuropäische *Narona pusilla* (GL 6 mm) gehört, bewohnen die Tiefsee und besitzen keinen Verschußdeckel mehr. Auch die MARGINELLIDEN (Marginellidae) sind deckellos; sie leben an sandigen Küstenstreifen der warmen Meere, einige Arten auch in Südeuropa. In ihrer Gestalt ähneln sie den Porzellanschnecken sehr, sind aber vielfach winzig klein. *Gibberula miliaria* (SchL nicht ganz 1 cm) ist regelmäßig auf Sandböden zu finden, während die beinahe kugelförmige *Gibberula clandestina* zwischen Algenbeständen und unter Steinen an der Felsküste lebt.

Die nun folgende Überfamilie ist zwar durch die Zahl der Zähne jeder Querreihe der Zungenraspel den Schmalzünglern anzureihen, weicht aber durch die Ausbildung von Giftdrüsen und durch die Umbildung der Raspelzungen zu Stiletten weitgehend von den kennzeichnenden Vertretern der Schmalzüngler ab. Man faßt sie als GIFTZÜNGLER (Conoidea) zusammen. Die MITRASCHNECKEN (Familie Mitridae) sind noch die am wenigsten umgebildeten Giftzüngler; sie haben eine dreiteilige Raspelzunge und wurden deshalb früher in die Nähe der Walzenschnecken gestellt. Die Form ihrer Gehäuse, denen ein Deckel fehlt, erinnert so stark an die Mitra des Papstes, daß eine ihrer Arten geradezu PAPSTKRONE (*Mitra papalis*) genannt wurde. Auch bei einigen anderen Arten drückt sich diese Ähnlichkeit im Namen aus, so bei der BISCHOFSMÜTZE (*Mitra episcopalis*). Im Mittelmeer und im anschließenden Atlantik kommt die GLATTE MITRASCHNECKE (*Mitra cornicula*; SchL 2 cm; Abb. 7, S. 56) vor; sie lebt in tieferen Algenbeständen an der Küste und auch in Schwämmen. Eine gleiche Lebensweise und Verbreitung hat auch der etwas kleinere BRAUNE STUFENTURM (*Mitra ebenus*).

Überfamilie
Giftzüngler

Gestaltlich recht ähnliche Giftzüngler sind die Familien der SCHLITZHÖRNER (Turridae) und Treppenschnecken (s. S. 95), die früher in einer Familie zusammengefaßt wurden. Doch im Aufbau der Raspelzunge zeigen sich erhebliche Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Die Schlitzhörner haben ein turmförmiges Gehäuse, aber mit einer Schalenausbuchtung ähnlich den Schlitzbandschnecken. Auf ihrer Raspelzunge befinden sich entweder sieben Zähne auf jeder Querreihe wie bei den einheimischen Arten *Spirotropis carinata* und *Clavus maravignae* oder fünf wie bei der nordwestafrikanischen Art *Perrona nifat*; bei einigen sind nur die jeweiligen zwei Randzähne ausgebildet, zum Beispiel bei der im Mittelmeer und im Nordatlantik lebenden *Leucosyrinx sigsbei* oder bei der südwesteuropäischen *Turris undatiruga*.

Familie
Schlitzhörner

Die Warzige Sternschnecke (*Archidoris tuberculata*) besitzt einziehbares Atemorgan (s. S. 130)





Landlungenschnecken:

Links, von oben nach unten:

Afrikanische Riesenschnecke (*Achatina*, s. S. 111, vgl. Abb. 9, S. 89)
 Gartenschnecke (*Cepaea hortensis*, s. S. 117, vgl. Abb. 7, 8, S. 89)

Große Schwarze Wegschnecke (*Arion ater*, s. S. 112 u. Abb. 2; S. 89)
 Große Rote Wegschnecke (*Arion rufus*, s. S. 112 u. Abb. 1, S. 89)

Rechts, von oben nach unten:

Drei Einzahnige Laubschnecken (*Trochulus unidentatus*, vgl. S. 117) und zwei Schließmundschnecken (Familie Clausiiden, s. S. 110, vgl. Abb. 3, S. 89)
 Gemeine Bernsteinschnecke (*Succinea putris*, s. S. 109 u. Abb. 11, S. 80)
 Große Egelschnecke (*Limax maximus*, s. S. 115 u. Abb. 4, S. 89)
 Wasseregelschnecke (*Deroceras laeve*, s. S. 115, vgl. Abb. 5, S. 89)

Alle diese Schlitzhörner haben noch einen Schalendeckel, und außerdem sind ihre teilweise sehr abweichenden Raspelzungen am Grunde mit einer Membran versehen.

Diese Membran fehlt jedoch bei den TREPPENSCHNECKEN (Familie Cytharidae). Auch sie lassen sich in mehrere Unterfamilien unterteilen. Ihre Raspelzunge ist wie bei den Kegelschnecken (s. unten) und den bei uns nicht heimischen SCHRAUBENSCHNECKEN (Familie Terebridae) zu rinnenförmigen bis hohlnadelartigen Zähnen oder Stiletten umgebildet, die als Injektionsspritzen für das Gift dienen. Deshalb faßt man sie als GIFTZÜNGLER I. E. S. oder PFEILZÜNGLER (*Toxoglossa*) zusammen. Unter ihnen kommt die BLAUE TREPPENSCHNECKE (*Oenopota turricula*; SchL 6–25 mm) bei den Azoren und in Westeuropa in der Tiefsee vor, geht aber in Nordeuropa und in der Arktis bis auf zwanzig Meter herauf. Die beiden ZITHERSCHNECKEN (*Cythara albidia* und *Cythara taeniata*; SchL kaum 1 cm) aus dem Mittelmeer sind regelmäßig und häufig auf Weichböden zu finden, während die mit einer gitterartig skulpturierten Schale versehene *Mitrolumna olvoidea* vorwiegend in Schwämmen lebt. Die GEMEINE TREPPENSCHNECKE (*Mangelia attenuata*; SchL 15 mm) hat eine sehr langgezogene Schalenmündung und ist in geringer Meerestiefe nicht selten. Die mediterran-lusitanischen Vertreter der Gattung *Pleurotomella*, so zum Beispiel *Pleurotomella recondita* (SchL 25 mm), bewohnen meist die Tiefsee.

Zwei einzelnstehende Stilette auf jeder Querreihe der Zungenraspel haben die bekannten und auch vielfach gefürchteten KEGELSCHNECKEN (Familie Conidae). Ihre herrlich gezeichneten Gehäuse sind Prunkstücke jeder Sammlung. Bei uns sind sie nur durch die MITTELLÄNDISCHE KEGELSCHNECKE (*Conus ventricosus*; SchL 2–5 cm) vertreten. Dieses farblich sehr veränderliche Tier lauert zwischen den Algen der Felsküsten auf allerlei Beute. Dabei benutzt es, wie alle wurmessenden Vertreter der Familie, nur den außerordentlich dehnbaren langen Rüssel, der sich überstülpt. Beim Beutefang anderer Kegelschnecken ist aber vor allem die Giftwirkung von ausschlaggebender Bedeutung; das Gift sorgt dafür, daß ein angegriffenes Tier, ein Fisch oder eine Schnecke, völlig gelähmt werden.

Die Kegelschnecken sind oft im Sand eingegraben; der Rüssel schiebt sich an das Opfer heran, versteift sich, sticht plötzlich zu und nimmt die unzerkleinerte Beute auf. Dabei wird nur jeweils ein Stilett vorgestoßen. Die auf diese Weise verursachten Stiche sind bei einigen Arten ungewöhnlich heftig, so beim MARMORKEGEL (*Conus marmoreus*; Abb. 3, S. 56), bei der NETZ-KEGELSCHNECKE (*Gastrium textile*) oder bei der LANDKARTEN-KEGELSCHNECKE (*Gastrium geographus*) aus dem Indopazifik. Sie können auch für den Menschen tödlich sein.

Unterklasse Geradnervige Schnecken

Die zweite Unterklasse der Schnecken bilden die GERADNERVIGEN SCHNECKEN (*Euthyneura*). GL 1 mm bis 40 cm. Schale wenig kräftig, zum großen Teil in Rückbildung begriffen oder ganz fehlend; Schalendeckel (*Operculum*) überwiegend auf Larvenstadium beschränkt; Mantelraum meist nur mit einer nachträglich (sekundär) gefalteten (*plicaten*) Kieme oder mit Gefäßnetz, mehr oder weniger rechtsseitig. Seitliche Nervenbahnen meist ohne Über-

kreuzung und nach vorn zusammengerrückt. Polster der Raspelzunge mit starken Muskeln. Fast ausschließlich Zwitter. Im Meere, auf dem Festland und im Süßwasser verbreitet. Acht Ordnungen: 1. Kopfschildschnecken (Kephalaspidea; s. unten), 2. Wasserlungenschnecken (Basommatophora; s. S. 102), 3. Landlungenschnecken (Stylommatophora; s. S. 108), 4. Hinteratmer (Soleolifera; s. S. 118), 5. Breitfußschnecken (Anaspidea; s. S. 123), 6. Schlundsackschnecken (Saccoglossa; s. S. 126), 7. Flankenkiemer (Notaspidea; s. S. 128), 8. Nacktkiemer (Nudibranchia; s. S. 129). Insgesamt etwa 47 000 Arten.

Die Geradnervigen Schnecken umfassen eine Reihe von Gruppen, die recht verschiedenen Entwicklungslinien angehören. Kennzeichnend für sie ist, daß die Überkreuzung der Nervenbahnen meist wieder aufgehoben wird, entweder durch eine weitgehende Rückdrehung (Detorsion) des Mantelraums nach rechts oder (wie bei den Lungenschnecken) durch eine starke Verkürzung des seitlichen Nervensystems. Dadurch erreichen diese Schnecken nicht nur im Nervensystem, sondern auch in ihrer Gestalt vielfach eine Spiegelgleichheit, die aber nur äußerlich und scheinbar ist; denn als Abkömmlinge der Kammkiemer haben die Geradnervigen Schnecken den gleichen unsymmetrischen Bau der inneren Organe wie ihre Vorfahren. Diejenigen Gruppen, die durch eine Rückdrehung des Mantelraums gekennzeichnet sind, haben auch eine Neigung zur Rückbildung der Schale und der Mantelhöhle; die Fiederkieme (Ctenidium) wird bei ihnen durch eine Faltenkieme ersetzt, die durch Faltung aus dem ehemaligen Kiemenschaft entsteht. Auch diese Faltenkieme kann wiederum vielfach rückgebildet und manchmal durch andere Körperanhänge ersetzt sein.

Mit einigen ihrer Formen noch sehr ursprünglich sind die KOPFSCHILD-SCHNECKEN I. W. S. (Ordnung Cephalaspidea). Meist Rückdrehung des Mantelraums; vorwiegend spiralige und freie Schale; Kopf durch Verwachsen der Fühler und Geruchsfühler (Rhinophoren) meist mit schildartiger Verbreiterung. Mantelraum rechts, in der Regel mit Faltenkieme, teils mit Fußlappen (Parapodien). Fast ausschließlich meeresbewohnend. Zwei Unterordnungen: 1. Kopfschildschnecken i. e. S. (Bulloidei; s. unten), 2. Seeschmetterlinge (Thecasomata; s. S. 101). Insgesamt etwa 6500 Arten.

Die KOPFSCHILD-SCHNECKEN haben ihren Namen von einer kennzeichnenden Verbreiterung des Kopfes, die durch die Verschmelzung der unteren (vorderen) Taster und der oberen Geruchsfühler (Rhinophoren) entstanden ist. Viele Arten dieser Gruppe besitzen zwischen diesem Kopfschild und dem Fuß ein besonderes langgestrecktes Sinnesorgan an der rechten Körperseite, das Hancocksche Organ, das der Geruchs- oder Geschmackswahrnehmung dient. Die Augen spielen bei ihnen – wie bei den meisten meeresbewohnenden Geradnervigen Schnecken – nur eine untergeordnete Rolle.

Wie bei vielen Gekreuztnervigen Schnecken schlüpft auch bei den Kopfschildschnecken nach kurzer Embryonalzeit in der Eihülle gewöhnlich eine augenlose Segellarve (Veliger; vgl. Abb. S. 23); sie hat auch bei denjenigen Arten, die später gehäuselos sind, eine kleine, spiralig gewundene Schale mit Schalen- deckel. Nach einer freien Schwimmzeit, in der sich die Larve selbständig von Kleinstlebewesen ernährt, verwandelt sie sich und sinkt zu Boden ab;



Mitteländische Kegel-
schnecke (*Conus ventricosus*, s. S. 95).

Ordnung Kopfschildschnecken



Odostomia eulimoides auf
einer Kammuschel (*Pecten*,
s. S. 101).

nur einige Arten (so z. B. die der Gattungen *Runcina* und *Retusa*) machen eine unmittelbare Entwicklung ohne Larvenform durch.

Die KOPFSCHILDSCHNECKEN I. E. S. (Unterordnung Bulloidei) besitzen in der Regel eine deutliche Schale und einen Fuß mit ausgeprägter Sohle. Fußlappen nur bei der Familie Gasteropteridae zum Schwimmen geeignet. Bewohner von Ablagerungsböden (Sedimentböden). Sechs Überfamilien mit 17 Familien.

In der Überfamilie der Acteonoidea finden wir die ursprünglichsten Arten nicht nur der Kopfschildschnecken, sondern überhaupt der Geradnervigen Schnecken. Es sind die ACTEONIDEN (Familie Acteonidae). Ihr seitliches Nervensystem ist noch gekreuzt, die Tiere können sich in eine verhältnismäßig große (SL 2,5 cm) Schale zurückziehen; sie besitzen einen Verschußdeckel, ihre Mantelhöhle ist nach vorn gerichtet, so daß sich der Herzvorhof vor der Hauptkammer befindet, und ihr Begattungsorgan ist nicht einstülpbar. Die in allen europäischen Meeren verbreitete *Acteon tornatilis* (Abb. 1, S. 79) findet sich nicht selten auf Sandböden und auf dem sogenannten »Meersalat« (*Ulva*). Ihr Kopfschild wird zum Graben benutzt und dient als Pflug; mit seiner Hilfe bohrt das Tier meist kurze Gänge unter der Sandoberfläche. Sehr ähnlich ist *Lissacteon exilis* (SL 5 mm) aus den tieferen Zonen des Nordatlantik und des Mittelmeers. Zur gleichen Gruppe gehören auch die Familien der RINGIKULIDEN (Ringiculidae) und HYDATINIDEN (Hydatinidae). Die Ringikuliden der warmen Meere mit ihren kegelig-runden Schalen sind meist noch kleiner als die Akteoniden. Im Mittelmeer finden wir *Ringicula auriculata*. Bei ihnen zeigen sich die ersten äußeren Abänderungen, so zum Beispiel der Verlust des Deckels. Immerhin können sie sich noch wie die Hydatiniden vollkommen in ihr Gehäuse zurückziehen. Die Hydatiniden fallen sofort durch die Ausbildung von zwei Kopfschildlappen und von zwei oder vier Kopfanhängen auf. Sie sind, wie die indopazifische *Hydatina physis*, in den Tropen heimisch und besitzen bereits ein rückziehbares Begattungsorgan.

Auch die meisten Vertreter der Überfamilie BULLOIDEA sind noch in der Lage, sich vollkommen in die Schale zurückzuziehen. Allerdings haben unter ihnen nur die BLASENSCHNECKEN (Familie Bullidae) ein verhältnismäßig festwandiges Gehäuse. Es erscheint bei unserer GEMEINEN BLASENSCHNECKE (*Bulla striata*, GL 2,5 cm; Abb. 3, S. 79) durch violette Flecken marmoriert. Mit ihrem auffälligen Kopfschild ist diese Art als regelmäßiger Bewohner der Seegraswiesen und Sandböden unserer Küsten leicht zu erkennen. Dagegen sind die häufig viel kleineren ATYIDEN (Familie Atyidae) mit einer dünnwandigen Schale ausgestattet; an ihrem Fuß bilden sich seitliche Verbreiterungen, die sogenannten Fußlappen (Parapodien). Einige Arten, so die in Westeuropa und im Mittelmeer lebende *Haminea hydatis* (GL 15 mm; Abb. 2, S. 79) und *Haminea navicula* (GL 25 mm), bedecken mit diesen Fußlappen zum großen Teil die durchsichtige Schale, so daß nur noch deren hinterer Abschnitt mit dem eingesenkten Gewinde sichtbar bleibt. Die nahe verwandte *Atya diaphana* kommt weitaus seltener im Mittelmeer vor, und ihre Fußlappen bedecken die festere Schale noch nicht.

Winzig klein und zum Teil schalenlos sind die zur gleichen Überfamilie zählenden RUNCINIDEN (Familie Runcinidae), denen die Fußlappen fehlen. Diese hoch und zum Teil einseitig entwickelten Tiere haben ein stark zusam-



Runcina hancocki
(s. S. 98).

mengefaßtes (konzentriertes) Nervensystem und eine weit nach hinten geschobene richtige Fiederkieme. Ihre Entwicklung verläuft ohne Larvenformen. Unter ihnen findet sich *Runcina hancocki* (GL 4 mm) recht häufig an den Küsten des Nordatlantik und des Mittelmeers. Die ebenfalls sehr kleinen PHILINOGLOSSIDEN (Familie Philinoglossidae) bewohnen den Lückenraum des Meeressandes. Noch einen kleinen Schalenrest besitzt die Art *Pluscula cuica*, die lebendgebärend ist oder Eier mit weitentwickelten Embryonen legt (d. h. ovovivipar ist). Der Schalenrest fehlt hingegen bei *Sapha amicorum* aus dem Roten Meer, bei *Philinoglossa remanei* aus dem Mittelmeer und bei *Philinoglossa helgolandica*; die letztere Art hat eine gestreckt-flache, fast rechteckige Gestalt und wurde in zwei bis dreißig Meter Tiefe recht häufig im Sand europäischer Küsten nachgewiesen.

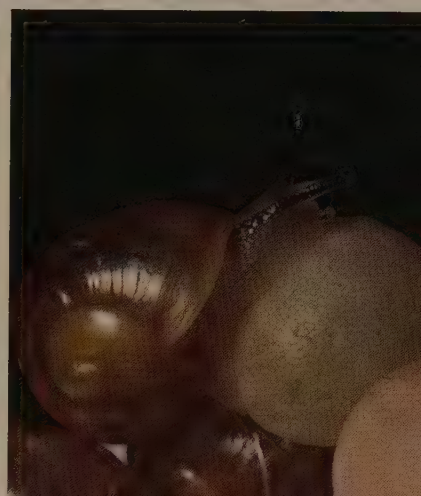
Durch den Bau ihrer Geschlechtsorgane schließen sich dieser Gruppe die beschalten RETUSIDEN (Familie Retusidae) an. Es sind kleine Schnecken ohne Fußlappen, die auf tiefen Ablagerungsböden heimisch sind; dort ernähren sie sich wohl von weichen Kleinstlebewesen, da ihnen sowohl die Raspelzunge als auch die Kiefer fehlen. Zu den größeren Vertretern gehören die in europäischen Meeren überall recht häufigen Arten *Retusa trunculata* (Abb. 6, S. 79) und *Retusa obtusa* (GL 3–5 mm). Die letztere hat keine freie Larve.

Die Angehörigen der Überfamilie PHILINOIDEA können sich nicht mehr in ihre etwas gestreckte, dünne und weitgehend vom Mantel bedeckte Schale zurückziehen. Zu ihnen gehören die als Räuber lebenden SCAPHANDRIDEN (Familie Scaphandridae) mit dem an den europäischen Küsten häufigen *Scaphander lignarius* (GL 3 cm; Abb. 5, S. 79). Diese Art ist im Norden mehr im flacheren Wasser, im Mittelmeer dagegen häufig auf Tiefenböden zu finden; sie ernährt sich hauptsächlich von Grabfüßern (Scaphopoda; s. S. 136). Die bekannteste Art der PHILINIDEN (Familie Philinidae) ist die SEE-MANDEL (*Philine quadripartita*; GL 5 cm; Abb. 4, S. 79). Sie wird auf den Ablagerungsböden der europäischen Küsten häufig angetroffen, während *Philine catena* (GL 10 mm) den Sand und in ihren Jugendformen sogar die Sandlücken bewohnt.

Die gestaltlich recht ähnlichen und ebenfalls mit einer inneren Schale versehenen AGLAJIDEN (Familie Aglajidae) sind im Gegensatz zu den Philiniden Bewohner wärmerer Meere, leben nicht räuberisch und besitzen auch weder eine Raspelzunge noch Kauplatten im Magen. An ihrer dunkelroten Farbe mit den weißen Flecken ist *Aglaja depicta* (GL 6 cm; Abb. 7, S. 79) aus dem Mittelmeer leicht zu erkennen; sie hat wie alle Arten dieser Familie einen hinten in Lappen ausgezogenen Mantel. Der recht auffallende ROTE SCHMETTERLING (*Gasteropteron rubrum*; GL 2–4 cm) mit seiner sehr kleinen inneren und oft nur schwer auszunehmenden Schale ist die einzige Art der Unterordnung, die mit den stark entwickelten Fußlappen schwimmt. Allerdings handelt es sich dabei mehr um ein ungerichtetes und stoßweises Taumeln, das durch die ruckweise über und unter dem Körper zusammenschlagenden Fußlappen bewirkt wird. Dabei kann das Tier eine »Spannweite« von drei bis fünf Zentimeter erreichen. Es ist stark rot gefärbt und mit bläulichen Flecken sowie mit einem bläulich-gelben Fußlappenrand verziert; man findet es von Westindien bis in die Adria stellenweise häufig in dreißig bis

Gewöhnliche Weinberg-
schnecke (*Helix pomatia*,
s. S. 116)

Unten von links nach
rechts: bei der Begattung,
der Eiablage, frisch ge-
schlüpfte Schnecke.





achtzig Meter Tiefe auf Schlammgrund. Abgesehen von dieser auffälligen Gestalt und einer richtigen Kammkieme ist der Rote Schmetterling auch durch einen fühlertartigen Fortsatz des Mantelraums (Palliocoecum) gekennzeichnet; die Aufgabe dieses Gebildes kennen wir nicht. Den gleichen Fortsatz besitzen auch die Acteoniden (s. S. 97), die Gattungen *Haminea*, *Scaphander* und *Agalaja*, ebenso wie die Chiliniden (s. S. 105), einige Tellerschnecken (s. S. 106) und Akeriden (s. S. 124), was wohl für verwandtschaftliche Beziehungen spricht.

Die Überfamilie der DIAPHANOIDEN (Diaphanoidea) umfaßt durchweg nur sehr kleine Schnecken, die selten größer als fünf Millimeter werden. Unter ihnen bewohnen die NOTODIAPHANIDEN (Notodiaphanidae) den Indischen Ozean, die DIAPHANIDEN (Diaphanidae) aber vorwiegend kältere Meere oder — wie *Diaphana glacialis* und *Newnesia antarctica* — die Tiefsee. Einige Arten jedoch sind auch bis ins italienische Mittelmeer verbreitet, so zum Beispiel *Diaphana minuta*. Von diesen kleinen Arten mit ihrer deutlichen, aber durchsichtig-dünnen Schale lassen sich die ACOCHLIDIIDEN (Familie Acochlididae; GL 1–4 mm) ableiten, die wahrscheinlich durch Anpassung an den besonderen Lebensraum der Sandlücken gehäuselos geworden sind. In ihren Reihen finden sich auch die einzigen Kopfschildschnecken, die — in den Tropen — in Fließwasser eingedrungen sind. Die nicht sehr artenreiche, aber in Europa gut vertretene Familie wird vielfach als eigene Gruppe abgesondert, da ihren Vertretern der Kopfschild fehlt. Eine der am weitesten verbreiteten Arten ist *Microhedyle milaschewitchii*, die unter unseren heimischen Formen leicht an dem einzigen Fühlerpaar zu erkennen ist. Zwei Paar Fühler besitzen *Microhedyle glandulifera* (Abb. 8, S. 79), deren Drüsen stark entwickelt sind, und *Hedylopsis spiculifera*, die eine Einlagerung von Kalkkörpern im gesamten Körper zeigt — eine bei Sandbewohnern nicht seltene Erscheinung.

Die Gattung *Cylindrobulla* mit der wenig bekannten, im Mittelmeer und an der portugiesischen Küste heimischen Art *Cylindrobulla fragilis* weist nach neueren Untersuchungen einige Beziehungen zu den Schlundsackschnecken (s. S. 126) auf. Eine ähnliche Sonderstellung haben in jüngerer Zeit die PYRAMIDELLIDEN (Familie Pyramidellidae) erhalten, die bisher mit den Eulimoideen (s. S. 78) als Zungenlose (Aglossa) zusammengefaßt waren; erst vergleichende Untersuchungen dieser Schmarotzer haben ihre verwandtschaftliche Stellung aufgeklärt. Die Tiere sind mit einer linksgewundenen Embryonalschale versehen, die dem rechtsgedrehten, festwandigen Gehäuse der Erwachsenen aufsitzt, und durch den zu einem langen Rüssel mit Saugnapf umgeformten Schlund ausgezeichnet. Der Schlund weist keine Raspelzunge, sondern nur ein aus den Kiefern umgebildetes Stilett mit einem Speicheldrüsenkanal auf, das dem Kiefer der übrigen Schnecken entspricht. So sind die Tiere in der Lage, das Gewebe der Beute anzustechen, Drüsenabsonderungen einzuspritzen und die Körperflüssigkeit aufzusaugen. Die an den europäischen Küsten häufige *Odostomia eulimoides* sucht ebenso wie *Odostomia conoidea* Kamm-muscheln auf, während *Eulimella laevis* an Schwämmen und Seescheiden, *Turbonilla elegantissima* dagegen an Borstenwürmern anzutreffen ist.

Die Unterordnung der SEESCHMETTERLINGE (Thecasomata) ist mit teils innerer Schale versehen. Fuß ohne in der Mittelebene (Symmetrieebene) des

Heideschnecken (*Helicella*, s. S. 116, vgl. Abb. 11, S. 89) überdauern die heißen Tagesstunden in einer Art »Trockenschlaf«.

Körpers liegende Sohle. Flügelartige Ausbildung der Fußlappen (Parapodien) besonders ausgeprägt; Körper wasserreich und durchsichtig. Hochseeschwimmer des freien Wassers. Sechs Familien in zwei Überfamilien.

Früher wurden die Seeschmetterlinge mit den Ruderschnecken (s. S. 125) als Flügelschnecken (Pteropoda) zusammengefaßt. Ähnlich wie bei den Kielfüßern können wir auch bei dieser Unterordnung eine stufenweise Rückbildung der linksgewundenen Schale und einen damit zusammenhängenden Verlust der Kiemen beobachten. Die flügelartige Verbreiterung des vorderen Fußabschnitts läßt eine besondere Anpassung an die frei schwimmende Lebensweise erkennen. Alle Seeschmetterlinge ernähren sich von den schwebenden Kleinstlebewesen des Planktons. Manche Arten wie *Spiratella helicina* und *Clio pyramidata* (Abb. 9, S. 79) treten in den kälteren Meeren in riesigen Schwärmen auf und stellen eine wichtige Nahrung für die Bartenwale (s. Band XI) dar.

Eine zweite Überfamilie zeigt bei einigen Arten (*Peracle reticulata*, *Cymbulia valdiviae* und deren Verwandten) noch Formen mit einer gewundenen Schale; doch schon bei den höher und einseitiger entwickelten CYMBULIDEN (Familie Cymbuliidae) fehlt ein echtes Gehäuse und macht einer inneren Schale (Pseudoconcha) Platz. Die Gattung *Desmopterus* schließlich besteht aus frei schwimmenden Nacktschnecken ohne Mantelhöhle; sie ist im Mittelmeer durch *Desmopterus papilio* vertreten.

Die Cymbuliiden besitzen weder Kieme noch Herz oder Niere; eine wohl ausgebildete Schlundbewaffnung finden wir nur bei der Gattung *Cymbulia* mit der Art *Cymbulia peroni* aus dem Mittelmeer. Raspelzunge und Kiefer fehlen dagegen bei den Gattungen *Gleba* und *Corolla*. Alle Arten von Seeschmetterlingen sind aber mit einem mehr oder weniger ausgeprägten Rüssel zum Aufsaugen des Planktons (Geschwebes) versehen; sie besitzen wie viele Kopfschildschnecken einen Kaumagen zum Zermahlen von hartschaliger Nahrung.

Mit den WASSERLUNGENSCHNECKEN (Ordnung Basommatophora) beginnen wir die Reihe der wohlbekannten LUNGENSCHNECKEN (Pulmonata), zu denen sowohl die reinen Landbewohner (s. S. 108) als auch die ursprünglicheren Wasserlungenschnecken gehören. Keine Rückdrehung des Mantelraums; Schale stets deutlich, aber nur ausnahmsweise mit Verschußdeckel; Fiederkiemen rückgebildet, mit Ersatzkieme (Sekundärkieme) oder starkem Gefäßnetz als Lunge. Augen innerhalb der Kopfhaut, nicht gestielt. Vorwiegend Bewohner des Süßwassers; wenige Arten im Strand- oder Küstengebiet des Meeres. Dreizehn Familien in vier Überfamilien mit etwa viertausend Arten.

Eine kennzeichnende Neuerwerbung der Lungenschnecken ist das als Lunge dienende Gefäßnetz im Mantelraum, das jedoch bei den Wasserlungenschnecken teilweise von einer Ersatzkieme verdrängt ist. In der Überfamilie der AMPHIBOLOIDEA früher auch als Thalassophila bezeichnet, fassen wir die drei weitgehend unabhängigen Familien der SIPHONARIIDEN (Siphonariidae), TRIMUSCULIDEN (Trimusculidae) und AMPHIBOLIDEN (Amphibolidae) zusammen; ihre Vertreter leben noch im Meeresbereich und weisen auch in ihrem Bau

Flankenkiemer:

1. Mittelmeer-Schirmschnecke (*Umbraculum mediterraneum*, s. S. 129 u. Abb. 4, S. 73)
2. Verkehrte Schirmschnecke (*Tylodina per-versa*, s. S. 128)
3. *Oscianus tuberculatus* (s. S. 129 u. Abb. S. 119)
4. *Pleurobranchia mekeli* (s. S. 129)

Nacktkiemer:

5. *Glaucus marinus* (s. S. 135, vgl. S. 121)
6. *Hero formosa* (s. S. 133)
7. *Polycera quadrilineata* (s. S. 131)
8. *Hexabranchius marginatus* (s. S. 130, vgl. Abb. S. 119)

Ordnung

Wasserlungenschnecken





noch zahlreiche Beziehungen zu den Actenoiden (s. S. 97) unter den Kopfschildschnecken auf. Die ursprünglichste Gruppe unter ihnen sind offensichtlich die napfschneckenartigen Siphonariiden; denn sie besitzen neben der Lunge noch einen Rest der echten Kieme. Ihre flache Schale ohne Deckel und der fast kreisförmige Fußmuskel stellen dagegen Anpassungen an das Leben in der Gezeiten- und Strandzone des Meeres dar, wie zum Beispiel bei der einzigen einheimischen Art *Siphonaria pectinata* aus Südwesteuropa. Die ebenfalls fühllosen und mit einer Napfschale versehenen Trimusculiden, zu denen der kreisrunde *Trimusculus garnoti* (GL 1 cm) aus dem Mittelmeer gehört, haben dagegen einen vorn offenen Muskel; sie leben in der Gezeitenzone und in den Luftspalträumen von Höhlendecken. Von Ostasien bis nach Australien sind die Amphiboliden mit ihrem normal gewundenen Gehäuse verbreitet. Sie besitzen als einzige Lungenschnecken noch einen Verschußdeckel; ihre mit Wasser gefüllte Atemhöhle enthält aber keine Kieme mehr, obwohl sie untergetaucht in Brackwasser und in Flußmündungen leben.

Zweifellos die ursprünglichsten Lungenschnecken des Süßwassers sind hingegen die südamerikanischen CHILINIDEN (Familie Chilinidae) mit ihren überkreuzten seitlichen Nervenbahnen. Durch Abflachung ihrer gedrehten Schale, wie wir sie bei *Chilina fluctuosa* finden, dürften sich mehrere andere Familien abgespalten haben. Hierzu gehören die neuseeländischen LATIIDEN (Latiidae) mit ihrem kappenförmigen, mit innerer Scheidewand versehenen Gehäuse. Unter ihnen ist die lichtscheue *Latia neritoides* (GL kaum 10 mm), die in schnellfließenden Bächen lebt, das einzige bisher bekannte Süßwassertier mit Leuchtvermögen. Andererseits bilden die Chiliniden die Ausgangsgruppe für die Schlamm Schnecken (s. unten) und Lanciden (s. S. 106), möglicherweise auch für die sehr abseits dastehenden ACROLOXIDEN (Acroloxiidae). Zu dieser letzteren Familie zählt die in Europa weitverbreitete und auch in Höhlen vorkommende TEICHNAPFSCHNECKE (*Acroloxus lacustris*; GL bis 7 mm; Karte S. 106), deren Körperöffnung sich rechts befindet. In einigen Baumerkmalen weisen die Acroloxiden auf eine Verwandtschaft mit Chiliniden, Latiiden und Schlamm Schnecken hin; dagegen spricht die abweichende Entwicklung ihrer Eier für die Sonderentwicklung dieser Tiere.

Allgemein bekannt sind die bei uns mit mehreren Arten und Unterarten heimischen SCHLAMMSCHNECKEN (Familie Lymnaeidae). Bei der GROSSEN oder SPITZEN SCHLAMMSCHNECKE (*Lymnaea stagnalis*; GL oft bis über 5 cm; Abb. 1, S. 80 in diesem Band sowie Abb. 16, S. 326/327 in Band IV) sind die verhältnismäßig hartwandigen Schalen je nach der Lebensstätte (Biotop) großen Abänderungen in Form und Aussehen unterworfen. So verkürzt sich zum Beispiel die Schale bei starker Wasserbewegung oder buchtet sich bei schilf- oder rohrbewohnenden Tieren am Mündungsrand ein. Diese Anpassungserscheinungen können von rein äußeren Einflüssen, aber auch von der Nahrung abhängig sein. Schlamm Schnecken sind nämlich Allesesser, die sowohl tierliche als auch pflanzliche Stoffe zu sich nehmen. Ähnliche Abänderungen zeigen je nach ihrem Standort auch die OHRFÖRMIGE SCHLAMMSCHNECKE (*Radix auricularia*; Abb. 5, S. 80) und die WANDERnde SCHLAMMSCHNECKE (*Radix peregra*), die noch bei Strömungen bis zu dreißig Zentimeter in der Sekunde vorkommt und die sowohl in Gletscherbächen als

Nacktkiemer:

1. Braunrosa Faden-
schnecke (*Facelina drum-*
mondi, s. S. 134, vgl.
Abb. S. 120)
2. *Spurilla neapolitana*
(s. S. 134 u. Abb. S. 120)
3. *Tritonia gracilis*
(s. S. 131)
4. Leopardschnecke
(*Peltodoris atromaculata*,
s. S. 130)
5. *Glossodoris gracilis*
(s. S. 130, vgl. Abb. S. 119)
- Schlundsackschnecke (zum
Vergleich):
6. Streifensamtschnecke
(*Thuridilla hopei*, s. S. 127
u. Abb. S. 119)

auch in Wasserschichten von einer Wärme bis zu dreißig Grad Celsius leben kann. Als Zwischenwirt des Großen Leberegels ist die KLEINE SCHLAMMSCHNECKE (*Galba trunculata*; GL 1 cm; Abb. 2, S. 80) von großer wirtschaftlicher Bedeutung; sie hält sich vorwiegend in Gräben, Wiesenlachen und auch im feuchten Gras auf und kann so das Weidevieh anstecken. Wir berichten in Band I ausführlich über diese eigenartigen und fesselnden Lebensvorgänge. Im Gegensatz zu den vorher genannten Arten besitzt die Kleine Schlammschnecke ebenso wie die doppelt so große SUMPFSCHECKE (*Galba palustris*; Abb. 4, S. 80) eine braune Schale und hat eine beständige, keinerlei Veränderungen unterworfenen Gehäuseform.

Im Bau schließen sich die napfförmigen LANCIDEN (Familie Lencidae) aus Nordamerika mit der bekanntesten Art *Lanx patelloides* an die Schlammschnecken an. Ihnen recht ähnlich, aber wie die gesamte Überfamilie der Ancyloidea durch ein linksgewundenes Gehäuse und links befindliche Körperöffnungen ausgezeichnet, sind die meist zartschaligen BLASENSCHNECKEN (Familie Physidae), deren breiter Mantelrand in Lappen das Gehäuse überdeckt. Bei unserer QUELLENBLASENSCHNECKE (*Physa fontinalis*; Abb. 3, S. 80) ruft eine Berührung dieser fingerartigen Fortsätze sofort ein Abwehrverhalten hervor: Das Tier schleudert die Schale öfters von der einen Seite auf die andere und schüttelt dadurch kleinere Feinde ab. Die wärmeliebende SPITZE BLASENSCHNECKE (*Physa acuta*), die ursprünglich aus dem Mittelmeergebiet stammt, siedelt bei uns nur in warmen Quellen, zum Beispiel in Baden bei Wien, ferner in Aquarien und Fabrikabwässern; dagegen ist die MOOSBLASENSCHNECKE (*Aplexa hypnorum*) eine ausgesprochene Kälteform, welche die Südgrenze der Alpen kaum überschreitet.

Wie die Wandernde Schlammschnecke, so sind auch die TELLERSCHNECKEN (Familie Planorbidae; Abb. 17, S. 326/327 in Band IV) äußerst anpassungsfähig. Kein Wasser kann zu schlecht und kein Teich so sauerstoffarm sein, daß sie darin nicht vorkommen. Nur stark fließende Gewässer mögen sie nicht, da sie sich dort mit den hohen, linksgedreht gewundenen Gehäusen und der wenig haftenden Fußfläche nicht halten können. Die bekanntesten Arten unter ihnen sind die POSTHORNSCHNECKEN (*Planorbarius corneus*; GL bis über 30 mm; Abb. 8, S. 80), die FLACHE TELLERSCHNECKE (*Planorbis planorbis*) und die GEKIELTE TELLERSCHNECKE (*Planorbis carinatus*); auch die außerordentlich flache SPIRALIGE TELLERSCHNECKE (*Anisus vortex*; Abb. 6, S. 80) und die GLÄNZENDE TELLERSCHNECKE (*Gyraulus laevis*) haben eine weite Verbreitung, wobei die Glänzende Tellerschnecke bis in Wasserschichten mit einer Temperatur von dreißig Grad Celsius zu finden ist. Da alle Tellerschnecken in ihrem Blut roten Blutfarbstoff (Hämoglobin) besitzen, geben sie bei Belästigung manchmal einen roten Tropfen ab; deswegen wurde besonders die Posthornschncke früher auch als »Purpurschncke des Süßwassers« bezeichnet. Der rote Blutfarbstoff sorgt dafür, daß der Sauerstoff im Blut nicht nur gelöst, sondern chemisch gebunden wird. Dadurch ist eine bessere Ausnutzung der Atemluft des Sauerstoffgehalts des Wassers gewährleistet. Hinzu kommt ein gut durchbluteter vorstreckbarer Hautlappen in der Atemhöhle, der als »Kieme« dient. Infolge dieser Ausrüstungen ist die Posthornschncke besonders gut an schlechte Wasserbedingungen angepaßt.



Teichnapfschnecke (*Acroloxus lacustris*, s. S. 105).

Familie Blasenschnecken

Hämoglobin



Gemeine Flußnapfschnecke [*Ancylus fluviatilis*].

Die Zwerghornschnecke

Unter den sieben Unterfamilien der Tellerschnecken werden die BULININEN (Bulininae) und die FERRISSIINEN (Ferrissiinae) oft als eigene Familien abgetrennt. Die Bulininen besitzen eine ursprüngliche, den Blasenschnecken noch recht ähnliche Form; in ihren Reihen sind jene Arten zu finden, die in den Tropen als Zwischenwirte für die gefürchtete Bilharziose (eine durch den Saugwurm *Schistosoma*, s. Band I, hervorgerufene Blutkrankheit) dienen. Die Ferrissiinen lebten ursprünglich nicht in Europa, sind hier aber mit drei Arten eingeschleppt worden. Auch die Verwandtschaftsbeziehungen der FLUSSNAPFSCHNECKEN (Familie Ancyliidae) sind noch nicht klar. Unsere in ganz Europa weit verbreitete GEMEINE FLUSSNAPFSCHNECKE (*Ancylus fluviatilis*; GL 5–10 mm; Abb. 7, S. 80) mit ihrer haubenförmigen Schale lebt in Bächen und in den Uferzonen der Seen, wo sie sich eng an Steine anschmiegt und dadurch selbst stärkeren Wasserbewegungen widerstehen kann.

Erstaunlich vielseitige Lebensräume bewohnen die ELLOBIIDEN (Familie Ellobiidae). Sie verdienen unsere besondere Aufmerksamkeit, da ihrem Verwandtschaftskreis vermutlich die Landlungenschnecken entstammen. Alle Arten besitzen rechtsgewundene, ei- bis walzenförmige Gehäuse, deren Mündungen oft mit Falten oder Zähnen versehen sind. Sie bewohnen vorwiegend das Land oder dessen Grenzbereiche. *Ovatella myosotis* kommt noch in feuchten Ufersanden und Brackwassergebieten der west- und südeuropäischen Küsten vor; ihr besonderes Merkmal ist ein Paar stummelförmiger vorderer Fühler an der Schnauze. Die sehr veränderliche ZWERGHORNSCHNECKE (*Charychium minimum*) lebt dagegen an Flußufern und in versumpften Wiesen Europas und Vorderasiens; in den Alpen geht sie bis über 1800 Meter Höhe hinauf. Ausgesprochene Höhlenschnecken sind die Vertreter der Gattung *Zospeum*, so zum Beispiel *Zospeum alpestre* aus den Ostalpen und *Zospeum speleum* aus dem südöstlichen anschließenden Karstgebiet. Auf den Raum des Indischen und des Stillen Ozeans beschränkt sind einige größere Arten der Ellobiiden, von denen das MIDASOHR oder ESELSOHR DES MIDAS (*Ellobium aurismidae*; GL 10 cm) mit seiner festen Schale eher einem Kammkiemer (s. S. 62) gleicht. Von den Ellobiiden sind auch die OTINIDEN (Familie Otinidae) abzuleiten. Bei uns kommen sie mit der Art *Otina otis* von den Britischen Inseln bis ins westliche Mittelmeer in der oberen Gezeitenzone (Spritzzone) vor. Als einzige Gruppe der Wasserlungenschnecken sind sie nicht in der Lage, sich in ihre kleine, mütenförmige Schale zurückzuziehen.

Entwicklung

Nur bei wenigen Wasserlungenschnecken, zum Beispiel bei *Siphonaria* und *Amphibola* (also bei meeresbewohnenden Formen) kommt es zur Ausbildung einer echten Larve vom Segellarven-(Veliger-)Typ (s. S. 23). Diese Larven machen lediglich bei einigen *Siphonaria*-Arten eine frei schwimmende Entwicklungsstufe durch; im allgemeinen beginnen sie noch innerhalb der Eihülle mit der Verwandlung (Metamorphose). Die Süßwasserbewohner hingegen haben ebenso wie die Landlungenschnecken durchweg eine unmittelbare Entwicklung; bei manchen finden wir allerdings noch gut ausgeprägte oder nur angedeutete Larvenformen mit Wimperkränzen, die durchweg Keimlingsnierenorgane (Protonephridien) aufweisen.

Die LANDLUNGENSCHNECKEN (Ordnung Stylommatophora) lassen sich unmittelbar an die Ellobiiden unter den Wasserlungenschnecken anschließen. Keine Rückdrehung des Mantelraums; Schale teilweise rückgebildet, ohne Verschußdeckel; Atemraum stets mit Gefäßnetz als Lunge. Kopf in der Regel mit zwei Paar Fühlern, hintere Fühler mit Augen an der Spitze. Landbewohner ohne freie Larvenform. Drei nach Lage und Bau der Nierenorgane unterschiedene Unterordnungen: 1. Orthurethra (s. unten), 2. Heterurethra (s. S. 109), 3. Sigmurethra (s. S. 110). Insgesamt etwa dreißigtausend Arten.

Wie die Ellobiiden unter den Wasserlungenschnecken, so ziehen auch die Landlungenschnecken den Weichkörper in die Schale zurück, indem sie den Kopffuß einziehen, anschließend das Sohlenende nach vorn schlagen und die Mündung durch den Mantelwulst abschließen. Der Grad der Zusammenfassung des Nervensystems gleicht dem bei den Ellobiiden, und auch im weiteren Bau, so im Besitz unpaarer Kiefer, zeigen sich viele Übereinstimmungen. Am Kopf sitzen bei den Landlungenschnecken jedoch zwei Fühlerpaare. Das hintere mit den Linsenaugen, deren Sinneszellen dem Licht zugewandt sind, ist an der Spitze einstülpbar. Der Deckelverschluß verschwindet schon in der Embryonalentwicklung. Trotzdem wissen sich diese Schnecken wirksam gegen Kälte oder Austrocknung zu helfen; denn viele scheiden einen Winterdeckel oder ein Trockenhäutchen (Verdunstungsdeckel) ab. Im übrigen schützen sich zahlreiche der Arten im Falle von Belästigungen oder mitunter auch gegen kleinere Feinde durch Absonderung von Schleim aus Fuß- oder Hautdrüsen.

Aus der Unterordnung der ORTHURETHREN (Orthurethra) dürften sich die beiden anderen Unterordnungen entwickelt haben. Niere liegt gleichlaufend neben dem Herzen; Harnleiter mündet ohne Biegung unmittelbar nach außen. Schale stets gut ausgebildet. Zehn Familien mit etwa viertausend Arten.

Die wohl ursprünglichsten Landlungenschnecken finden wir in der Überfamilie der ACHATINELLOIDEN (Achatinelloidea). Viele von ihnen leben auf Bäumen, so die Achatinellinen (Unterfamilie Achatinellinae) auf den hohen Bananengewächsen der Hawaii-Inseln. Interessant ist die Fortpflanzung; denn die PARTULIDEN (Familie Partulidae) legen Eier mit stark entwickelten Embryonen ab (Ovoviviparie), während andere wie die ACHATINELLIDEN (Familie Achatinellidae) lebendgebärend sind. Die nahe verwandten ACHATSCHNECKEN (Familie Cionellidae) haben dagegen gewöhnliche Eier ohne weitentwickelte Embryonen.

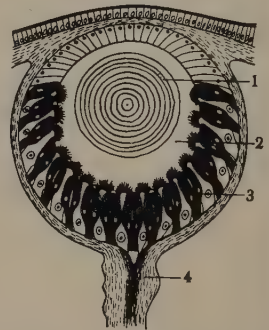
Eine unserer häufigsten Wiesenschnecken ist die GLATTE ACHATSCHNECKE (*Cionella lubrica*; GL bis 7 mm). Bei ihr wie bei der BEZAHNTEN ACHATSCHNECKE (*Azeca menkeana*) sind die gestreckt-eiförmigen Schalen nur schwer zu finden, zumal sich die Tiere vorwiegend unter Fallaub aufhalten. Wegen ihrer Form werden die Achatschnecken häufig von manchen Vögeln, besonders von Tauben, irrtümlich für Getreidekörner angesehen und aufgepickt. Ähnlich sehen auch die unter den Namen WINDELSCHNECKEN (Familien Vertigidae, Orculidae, Chondrinidae, Pupillidae) und Grasschnecken (s. S. 109) bekannten Formen aus; sie sind durchweg weniger als einen Zentimeter groß. Hierzu zählen die linksgewundene SCHMALE WINDELSCHNECKE (*Vertigo*

Ordnung

Landlungenschnecken



Landlungenschnecken, 1 mit Gehäuse, 2 Nacktschnecke.



Linsenaue der Weinbergschnecke (Längsschnitt): 1 Linse, 2 Sekretkörper, 3 Netzhaut (Retina), 4 Sehnerv.

Windelschnecken

angustior) und die ZWERGWINDELSCHNECKE (*Vertigo pygmaea*), die beide auf Wiesen leben, ferner die KLEINE FASS-SCHNECKE (*Orcula dolium*), die unter Laub in Wäldern vorkommt, die GETREIDESCHNECKE (*Abida frumentum*), die ROGGENKORNSCHNECKE (*Abida secale*) und die HAFERKORNSCHNECKE (*Chondrina avenacea*), alles kennzeichnende Vertreter der Kalkalpen, schließlich die MOOSSCHRAUBE (*Pupilla muscorum*) und viele weitere Verwandte. Sie alle sind mit einem walzigen bis spitzeiförmigen Gehäuse versehen, das vielfach noch Falten an der Schalenmündung aufweist. Ein Überbleibsel aus der Eiszeit ist die nur am Göller in Niederösterreich vorkommende FASSWINDELSCHNECKE (*Orcula fuchsi*).

Die Pyramiden- schnecke

Für die GRASSCHNECKEN (Familie Vallonidae) sind kleine Schalen mit stumpfkegelförmig erhobenem Gewinde kennzeichnend. Teilweise findet bei ihnen Selbstbefruchtung statt wie bei der GERIPPTEN GRASSCHNECKE (*Vallonia costata*). Die Schalen der STACHELSCHNECKE (*Acanthinula aculeata*; GL 2 mm) und der PYRAMIDENSCHNECKE (*Pyramidula rupestris*) zeigen deutlich aus der Ebene abgesetzte Umgänge. Alle Grasschneckenschalen sind weit genabelt und bilden mehr oder weniger starke feine Rippen, die bei der Stachelschnecke zudem mit je einem Dorn versehen sind. Besonders die lebendgebärende Pyramidenschnecke ist sehr anpassungsfähig; sie geht nicht nur in den Kalkgebirgen bis auf dreitausend Meter hinauf, sondern kommt verschiedentlich — so in Vorarlberg und im Kaisergebirge — auch in Höhleneingängen vor.

Als erster Zwischenwirt für den Lanzettegel oder Kleinen Leberegel (s. Band I) hat die ZEBRASCHNECKE (*Zebrina detrita*; GL 1–3 cm; Abb. 9, S. 80) wirtschaftliche Bedeutung; sie ist auf Kalkbödenwiesen häufig. Die linksgewundene VIERZÄHNIGE VIELFRASS-SCHNECKE (*Jamnia quadridens*) aus Westeuropa und dem Mittelmeerraum dringt nur nach Südtirol und in die Rheingegend vor. Recht weit verbreitet sind dagegen die BERG-VIELFRASS-SCHNECKE (*Ena montana*; Abb. 10, S. 80) und zwei weitere Arten.

Bei der Unterordnung HETERURETHRA liegt die Niere quer zum Herzen am hinteren Ende der Lunge. Harnleiter mit Biegung. Gehäuse meist dünnschalig oder fast rückgebildet. Drei Familien mit etwa fünfhundert Arten.

Aus dieser kleinen Gruppe sind die auch bei uns mit sechs Arten heimischen BERNSTEINSCHNECKEN (Familie Succineidae) wohl am besten bekannt. Die größeren Arten, wie die GEMEINE BERNSTEINSCHNECKE (*Succinea putris*; Abb. 11, S. 80), können infolge ihrer ähnlichen Gehäuse leicht mit Schlamm- und Sumpfschnecken verwechselt werden — um so mehr als sie als einzige Landlungenschnecken in Wassernähe an Ufer- und Sumpfpflanzen leben. Ihr teilweise stark wasserhaltiger Körper kann nicht immer in das Gehäuse zurückgezogen werden; von ihm ernähren sich Frösche, Schnecken, Ameisen und andere Feinde. Besonders die Gemeine Bernsteinschnecke ist der Zwischenwirt eines in Vögeln lebenden Saugwurms *Distomum macrostomum*; s. Band I). Die als *Leucochloridium* bekannte Sporozystengeneration dieses Wurmes bildet zentimeterlange Schläuche, die tagsüber in den Fühlern der Schnecke sitzen. Diese durchscheinenden, mit grünen und braunen Farbringen versehenen Sporozysten pulsieren vierzig- bis siebzigmal in jeder Minute im Schneckenfühler; dadurch werden vor allem Drosseln und andere wurm-



Gemeine Bernsteinschnecke mit *Leucochloridium*-Schläuchen im rechten Fühler.

essende Vögel angelockt, die den vermeintlichen »Wurm« verzehren wollen und sich dabei anstecken.

Bei den afrikanischen AILLYIDEN (Familie Aillyidae) ist die farblos-dünne Schale an den Rändern vom Mantel bedeckt. Die nur wenige Zentimeter großen ATHORACOPHORIDEN oder JANELLIDEN (Familie Athoracophoridae) sind langgestreckte Nacktschnecken mit nur einigen Schalenresten in der Rücken- haut und lediglich einem Tentakelpaar; ihre sehr kleine Lungenhöhle bildet durch zahlreiche Fortsätze mit sehr feinen Endröhren eine sogenannte »Büschelung« (Tracheenlunge). An Bäumen und auf krautigen Pflanzen leben *Athoracophorus bitentaculatus* aus Neuseeland und *Aneitia sarasini* aus Neukaledonien; andere Arten kommen auch auf den benachbarten Inseln und in Australien vor.

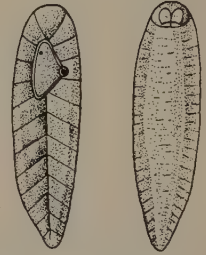
Bei der Unterordnung SIGMURETHRA liegt die kurze Niere am hinteren Ende der Lunge. Harnleiter meist zurückgebogen (sekundär), führt entlang des Enddarms nach außen; Gehäuse gut entwickelt bis stark rückgebildet. 45 Familien in 9 Überfamilien. Insgesamt über 25 000 Arten.

Sechs Familien dieser Unterordnung werden durch einen besonderen Bau der Ausscheidungsorgane auch als Überfamilie der MESURETHRA (*Clausilioidea*) zusammengefaßt. Unter ihnen leben die CERIIDEN (Familie Ceriidae) auf den Westindischen Inseln, die MEGASPIRIDEN (Megaspiridae) in den Tropen der südlichen Erdhalbkugel, die CORILLIDEN (Corillidae) in Südindien und die DORCASIIDEN (Dorcasiidae) in Südafrika; die in Südamerika verbreiteten STROPHOCHEILIDEN (Strophocheilidae) werden teilweise durch Befallen von Kaffeepflanzen und anderen Pflanzungen schädlich: so der über zwanzig Zentimeter große *Strophocheilus oblongus*, dessen Eier fünf Zentimeter messen.

Die bekannteste und bei uns zahlreich vertretene Familie dieser Überfamilie sind die SCHLIESMUNDSCHNECKEN (Familie Clausiliidae). Es sind schlanke, hochgetürmte Schnecken, unter denen wir nicht weniger als achtundzwanzig einheimische Arten mit einer Gehäuselänge von fünf bis zwanzig Millimeter unterscheiden können. Sie alle sind durch einen besonderen Verschlussapparat gekennzeichnet: Am Mündungsrand der stets linksgewundenen Schale befinden sich verschiedene Lamellen und eine durch einen elastischen Stiel mit der Spindel verbundene, dem Lamellensaum eingepaßte kalkige Verschlussplatte (Clausilium). Unter den häufigeren Arten seien die ZIERLICHE SCHLIESMUNDSCHNECKE (*Clausilia parvula*; GL 10 mm), die GLATTE SCHLIESMUNDSCHNECKE (*Cochlodina laminata*; Abb. 3, S. 89) und die ZWEIFALTIGE SCHLIESMUNDSCHNECKE (*Laciniaria biplicata*) hervorgehoben. Die SÜDLICHE SCHLIESMUNDSCHNECKE (*Delima itala*; GL 15–20 mm) hingegen ist eine ursprünglich fremde und nur durch den Weinbau gebietsweise bei uns verbreitete Art; wie die Reben liebt sie die Wärme, während die sonstigen Schließmundschnecken vielfach kühl-feuchte Orte bevorzugen. Unter Gras und Steinen sowie an Wurzeln lebt unterirdisch an kalkhaltigen Orten die rechtsgewundene BLINDE TURMSCHNECKE (*Ceciloides acicula*; GL etwa 5 mm), eine in Mitteleuropa, im Orient und in Afrika recht häufige Art; ihre geringere Größe, die farblos-weiße Tönung der Schale und die Rückbildung der Augen sind Anpassungen an diese Lebensweise. Im Mittelmeergebiet kommt die STUMPFSCHECKE (*Rumina decollata*; GL 2–4 cm) stellenweise



Familie Athoracophoriden
(Athoracophoridae)



Aneitia sarasani, links von oben, rechts von unten.



Athoracophorus bitentaculatus.

ungemein häufig auf steinigem Untergrund vor, so auf Fels, Geröll und Mauerwerk. Das länglich-kegelförmige Gehäuse dieser Schnecke ist bei älteren Tieren stets an der Spitze abgebrochen, so daß die Schale eigenartig walzig-abgestumpft erscheint; die Bruchstelle ist hierbei — ähnlich wie bei den schon erwähnten Caeciden — nachträglich verschlossen.

Afrikanische Riesenschnecken

Beachtlich große Verwandte der Schließmundschnecken finden wir bei den im mittleren Amerika verbreiteten fleischessenden SPIRAXIDEN (Familie Spiraxidae), die durch die Gattung *Poiretia* auch im Mittelmeer vertreten sind. Sie zeichnen sich durch ein Paar großer Mundlappen neben den Fühlern aus, wie dies bei der Art *Englandina rosea* aus den Vereinigten Staaten gut zu erkennen ist. An Größe werden sie aber bei weitem von den AFRIKANISCHEN RIESENSCHNECKEN (Familie Achatinidae) übertroffen. So kann die ECHTE ACHATSCHNECKE (*Achatina achatina*; Abb. 9, S. 89) mehr als dreißig Zentimeter groß werden, wobei ihr Gehäuse eine Länge von über zwanzig Zentimeter und eine Breite von fast zehn Zentimeter erreicht. Diese Riesenschnecke ist vor allem in den tropischen Regenwäldern von Guinea bis Nigeria heimisch und führt ein nächtliches Leben; wenn sie in Pflanzungen eindringt, kann sie einen nicht unbeträchtlichen Schaden anrichten. Andererseits spielt sie aber auch als Nahrungsmittel für die Eingeborenen eine Rolle. Besonders als Schädling gefürchtet ist die GROSSE ACHATSCHNECKE oder GEMEINE RIESENSCHNECKE (*Achatina fulica*), die durch den Handel weit verschleppt wurde und in Teilen von Indien, Japan und Indonesien sogar regelrecht als »Schneckenpest« bezeichnet wird. In jüngster Zeit hat sie auch schon Florida »erobert«, und sogar bei uns ist eine dieser Riesenschnecken, *Achatina marginata*, schon gelegentlich eingeschleppt worden. Natürliche Feinde der Riesenschnecken sind Landplanarien (Geoplanidae; s. Band I), Käfer (Familie Lampyridae; s. Band II), Ameisen, Krabben, Kröten, Warane und Bodenvögel, die entweder die bis zu zweieinhalb Zentimeter großen Eier verzehren oder aber auch die Schnecken selbst angreifen. Darüber hinaus versucht man, besonders auf diese Schnecken eingestellte Gegner, wie die beiden Raubschnecken *Edentulina affinis* (GL 3–5 cm) und *Gonaxis kibweziensis* (GL etwa 2 cm), planmäßig einzusetzen.

Diese letztgenannten Arten gehören zur Überfamilie der Streptaxoidea und zur Familie der STREPTAXIDEN (Streptaxidae). Auch die meisten anderen Vertreter dieser Überfamilie sind fleischessende Schnecken, die bei uns nicht vorkommen. Von Pflanzen leben dagegen die ACAVIDEN (Familie Acavidae), zu denen *Helicophanta magnifica* (GL 10 cm, Schale 6 cm) aus Madagaskar gehört. Im Anschluß daran seien die heute in vier Familien aufgeteilten BULIMULIDEN (Bulimulidae, Odontostomidae, Orthalicidae, Amphibulimidae) und die UROCOPTIDEN (Urocoptidae) erwähnt; diese hauptsächlich in Amerika, vereinzelt auch in Afrika und im Raum des südwestlichen Pazifik verbreiteten Schnecken besitzen meist wenige Zentimeter große, kegelförmige bis getürmte Schalen, wenn auch in ihren Reihen Riesenformen, wie die neukaledonische *Placostylus fibratus*, vorkommen.

Die Zwergschnecke

Unter den nur wenige Millimeter großen SCHEIBENSCHNECKEN (Familie Entodontidae) ist die ZWERGSCHECKE (*Punctum pygmaeum*; GL 3,5 mm) die kleinste unserer Landschnecken; sie besitzt eine flache, weitgenabelte Schale

und ist überall unter Fallaub, Holz und Steinen häufig zu finden. Die gleichen Lebensorte bewohnen die BRAUNE SCHEIBENSCHNECKE (*Discus rudera-tus*), die GEFLECKTE SCHEIBENSCHNECKE (*Discus rotundatus*) und die GEKIELTE SCHEIBENSCHNECKE (*Discus perspectivus*; nur im Gebirge); sie alle sind durchweg sechs Millimeter groß. In den Verwandtschaftskreis der SCHEIBENSCHNECKEN (Überfamilie Entodontoidea) gehören auch Gruppen, die zur Rückbildung des Gehäuses neigen. Bei den südwestpazifischen OTOCONCHIDEN (Familie Otoconchidae) ist nur noch eine sehr zarte und abgeflachte, zum Teil vom Mantel bedeckte Schale vorhanden; und bei unseren bekannten WEGSCHNECKEN (Familie Arionidae) finden wir äußerlich keine Anzeichen eines Gehäuses mehr, obwohl noch unter jenem Mantelschild am Rücken des Vorderkörpers, in dem sich rechts vor der Mitte das deutliche Atemloch befindet, ein Schalenrest vorhanden ist.

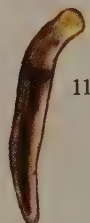
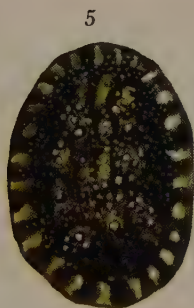
Wohl allen Gartenbesitzern und Spaziergängern sind die beiden einheimischen Arten von Wegschnecken bekannt: die GROSSE ROTE WEGSCHNECKE (*Arion rufus*; Abb. 1, S. 89), die aber auch braun oder dunkelgrau sein kann, und die GROSSE SCHWARZE WEGSCHNECKE (*Arion ater*; Abb. 2, S. 89), deren Jungtiere auch gelbliche, graue oder grünliche Tönungen aufweisen können. An feuchten Stellen sind die bis fünfzehn Zentimeter großen Tiere ja überall häufig zu finden; besonders bei stärkeren Regenfällen und vor allem bei Gewitterregen kommen sie aus ihren Verstecken hervor. Die ebenfalls recht große BRAUNE WEGSCHNECKE (*Arion subfuscus*; GL 5–7 cm) ist ein ausgesprochener Pilzesser und findet sich daher mehr in Nadelwäldern und in trockenen Laubwäldern, aber auch auf Heideflächen. Als regelrechtes »Haustier« ist die GARTENWEGSCHNECKE (*Arion hortensis*) außerhalb von Gärten und Parkanlagen nur gelegentlich anzutreffen. Zusammen mit anderen Arten von heimischen Wegschnecken leben diese Tiere alle mehr oder weniger von Pflanzen. Nur einige unter ihnen, so zum Beispiel die Gartenwegschnecke, werden dem Menschen gegebenenfalls schädlich; sie verbreiten nämlich verschiedene Erreger von Pflanzenkrankheiten und beeinträchtigen dadurch die Kulturen.

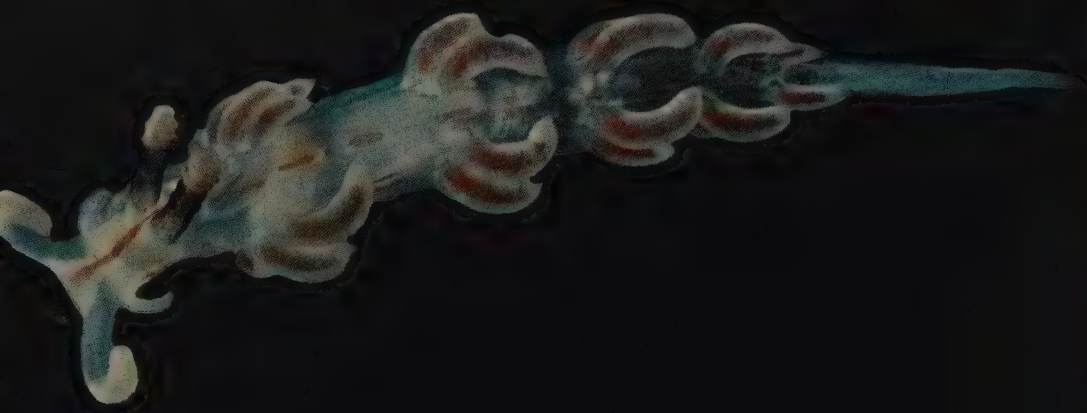
Die Endstufe in der Rückbildung der Schale erreichen schließlich die PHILOMYCIDEN (Familie Philomycidae). Sie weisen keinen Schalenrest mehr auf; der großflächige Mantel umschließt eine weite, leere Tasche. Verbreitet sind sie in Nordamerika, zum Beispiel *Philomycus caroliniensis*, ferner in Südostasien und Indonesien.

Die GLASSCHNECKEN (Familie Vitrinidae) haben ein glasig-durchsichtiges Gehäuse, das bei der KUGELIGEN GLASSCHNECKE (*Vitrina pellucida*) das Tier gerade noch aufnehmen kann, aber nicht mehr bei der OHRFÖRMIGEN GLASSCHNECKE (*Eucobresia diaphana*). Diese Schnecken meiden ausgesprochen die Wärme und leben im Sommer meist verborgen; an kühlen und feuchten Orten aber treten sie häufig auf und sind stets rege. Auch im Winter halten sie keine Ruhepause. Die GLANZSCHNECKEN (Familie Zonitidae) sind bei uns durchweg nur kleine Tiere mit flachspiraliger Schale. Sie ernähren sich vielfach von Pflanzenstoffen: so Vertreter der Gattungen *Vitrea*, *Nesovitrea*, *Zonitoides*, oder *Aegopis* in den Ostalpen. Dagegen leben die WEITMUND-GLANZSCHNECKEN (Gattung *Aeginopella*) größtenteils von tierlicher Kost. Auch

Nacktkiemer:

1. Schleierschnecke (*Fimbria fimbria*, s. S. 132)
 2. Bäumchenschnecke (*Dendronotus arborescens*, s. S. 132)
 3. Beilschnecke (*Phylliroe bucephala*, s. S. 132)
- #### Hinteratmer:
4. *Onchidium typhae* (s. S. 123)
 5. *Onchidiella chilensis* (s. S. 123)
 6. *Atopos semperi* (s. S. 118)
 7. *Onchidium peroni* (vgl. S. 123)
 8. *Vaginulus taunaysi* (s. S. 123)
 9. *Platevindex granulosa* (s. S. 123)
 10. *Angustipes plebejus* (s. S. 123)
 11. *Rhodope veranyi* (s. S. 123)





die Arten der Gattung *Oxychilus* sind vorwiegend Fleischesser, von denen die KELLERGLANZSCHNECKE (*Oxychilus cellarius*) in Gebüsch, Höhlungen, Gewächshäusern und auch in Kellern anzutreffen ist.

Ausgesprochene Fleischesser sind schließlich die beiden nicht leicht zu unterscheidenden RAUBGLANZSCHNECKEN (*Daudebardia rufa*; Abb. 6, S. 89, und *Daudebardia brevipes*; GL 2 cm); sie haben eine sehr kleine Mützenschale und machen, verborgen im feuchten lockeren Boden, Jagd auf Würmer, Insektenlarven und Schnecken. Im Aussehen leiten sie zu den EGELSCHNECKEN (Familie Limacidae) über, bei denen die Schale in verschiedenen Rückbildungsstufen vom Mantelschild überdeckt ist; im Gegensatz zu den Wegschnecken befindet sich bei ihnen das Atemloch hinter der Mitte des Schildes. Eine solche Übergangsgruppe bilden die MILACINEN (Unterfamilie Milacinae) mit der bei uns recht häufigen KIELNACKTSCHNECKE (*Milax rusticus*) und der vom Wienerwald bis Dalmatien nur selten auftretenden LOCHEGELSCHNECKE (*Aspidoporus limax*). Alle weiteren einheimischen Arten von Egelschnecken besitzen nur einen vom Mantel vollkommen eingeschlossenen Schalenrest — so die GROSSE EGELSCHNECKE (*Limax maximus*; Abb. 4, S. 89 u. 116), die SCHWARZE EGELSCHNECKE (*Limax cinereoniger*; GL bis 15 cm) und die äußerlich kaum zu unterscheidenden ACKERSCHNECKEN (*Deroceras agreste*, Abb. 5, S. 89, und *Deroceras reticulatum*; GL 3–6 cm), die an Pflanzungen und in Gärten erheblichen Schaden anrichten können. Hierzu gehören auch die an nassen Lebensorten vorkommende WASSEREGELSCHNECKE (*Deroceras laeve*; GL 2–3 cm; Abb. S. 94) und die vielfach baumbewohnende WALDEGELSCHNECKE (*Lehmannia marginata*; GL 6 cm).

Manchen Arten aus der in Persien und im Kaukasus beheimateten Familie der TRIGONOCHELYDIDEN (Trigonochelydidae) schließlich fehlt überhaupt jeglicher Rest einer Schale. Dagegen besitzen die neuerdings hier angeschlossenen SYSTROPHIIDEN (Systrophiidae) aus Mittel- und Südamerika noch ein durchscheinend-dünnes Gehäuse. Die KONISCHE GLANZSCHNECKE (*Euconulus fulvus*; GL 2–3 mm) ähnelt sehr stark der Pyramidenschnecke, gehört aber in die Verwandtschaft der linksgewundenen *Rhinocochlis nasuta* auf den Bäumen Borneos und der *Thyrophorella thomensis* auf der Insel São Thomé im Golf von Guinea. Die erstere dieser Arten hat am gekielten Mundrand der Schale eine schnabelförmige Erweiterung, die zweite sogar am Oberteil der Schalenmündung einen lappenartig vorgewachsenen Schalenteil, der vor die Mündung geklappt werden kann (s. Zweischalenschnecken, S. 126).

Auf Amerika beschränkt ist die Überfamilie der Oleacinoidea bis auf die Familie der RAUBSCHNECKEN (Testacellidae), die mit einer Art (*Testacella ha-liotidea*; GL 5–10 cm; Karte S. 116) von Südwesten her unsere Heimat erreicht. Wie viele andere Oleacinoidea sind die Raubschnecken ausgesprochene Fleischesser, die unterirdisch im Humus Regenwürmern nachstellen. Sie haben eine kleine haubenartige Schale.

Die höchstentwickelte Familiengruppe der Landlungenschnecken sind die SCHNIRKELSCHNECKEN (Helicoidea). Übergänge von den vorher geschilderten Formen zu ihnen bilden die amerikanischen Familien der OREOHELICIDEN (Oreohelicidae) und CAMAENIDEN (Camaenidae), denn ihnen fehlt noch der für die Schnirkelschnecken so kennzeichnende Pfeilsack mit seinen Drüsen

Fadenschnecken:

Oben:

Violette Fadenschnecke,
Jungtier (*Flabellina affinis*,
s. S. 134)

Unten:

Facelina rubrovittata,
Jungtier (vgl. S. 134)

und seinem Liebespfeil (s. unten). Aus der Familie der Buschschncken (Bradybaenidae) ist bei uns nur die STRAUCHSCHNECKE (*Bradybaena fruticum*; GL 2 cm) in Laubwäldern, in Gebüsch und auch an bemoosten Kalkfelsen zu finden; sie unterscheidet sich kaum von den bekannten Hain- oder Schnirkelschncken.

Durch ihre vielen einheimischen Vertreter sind die HAIN- oder SCHNIRKELSCHNECKEN (Familie Helicidae) eine weitgehend genau untersuchte Schneckengruppe, über deren Lebensweise wir sehr viel wissen. Unter ihnen ist zweifellos die WEINBERGSCHNECKE (*Helix pomatia*) nicht nur allgemein bekannt; sie wurde auch von Fachleuten am besten erforscht. Allerdings findet sie sich nicht — wie der Name besagt — allein in Weingärten, sondern überall in nicht zu feuchtem Gelände, vorwiegend im Buschwerk. Infolge ihrer natürlichen »Zeituhr« gräbt sich die Weinbergschnecke rechtzeitig zu Beginn des Winters bis zu dreißig Zentimeter tief in lockeres Erdreich ein, schützt sich durch einen Winterdeckel und überdauert so die kalte Jahreszeit. Mit der Frühjahrswärme wird sie wieder rege, erholt sich und gleicht vor allem den Wasserverlust aus. In den feuchten Tagen des Mai oder Juni kommt es dann zur Paarung. Die zweigeschlechtlichen Tiere richten sich Sohle an Sohle auf, und jede Schnecke läßt einen kalkigen Dolch, den sogenannten »Liebespfeil«, aus einer Art Köcher hervorschnellen und bohrt ihn als Reizmittel in den Körper des Partners. Weinbergschnecken bringen übrigens während der gesamten warmen Jahreszeit Samen hervor, aber nur für kurze Zeit Eier.

»Das soll wahrscheinlich die Schnirkelschnecken in den Monaten ihrer größten Aktivität vor einer Selbstbefruchtung schützen«, wie P. Farb schreibt. »Man nimmt an, daß wenigstens während eines Teiles dieser Zwischenzeit (Eiablage erst im Juli/August) das Fremdsperma in einer Tasche lagert und das Eigensperma degeneriert, damit nicht zufällig eine Selbstbefruchtung der reifen Eier stattfindet, wenn sie den Eileiter passieren, um die Tasche zu erreichen.« Die befruchteten und wie bei fast allen Landlungenschncken sehr dotterreichen Eier sind drei Millimeter groß, haben eine Kalkschale und werden von den Tieren in ein gegrabenes Erdloch abgelegt. Die Weinbergschnecke kann in ein bis zwei Tagen sechzig bis achtzig Eier legen. Nach fünfundzwanzig bis siebenundzwanzig Tagen schlüpfen die fertigen Jungschnecken aus; sie haben zarte, durchsichtige Gehäuse. In dieser Jugendzeit wird der Bestand durch Ameisen, Käfer, Kröten und andere Feinde erheblich vermindert, bis die Jungschnecken nach der ersten Überwinterung groß genug sind. An den mehrjährigen Gehäusen können wir das Alter der betreffenden Schnecke durch die »Jahresringe« des Wachstumsstillstands feststellen.

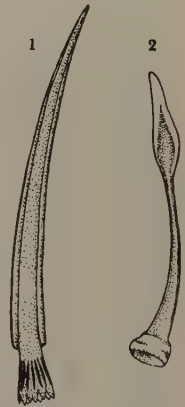
Auf nassen Wiesen und sonst sehr feuchten Stellen der Ebenen tritt die ROTBRAUNE LAUBSCHNECKE (*Perforatella rubiginosa*) mit ihrem fünf bis sieben Millimeter großen Gehäuse auf. Auch die allbekannte GEFLECKTE SCHNIRKELSCHNECKE (*Arianta arbustorum*; Abb. 10, S. 89) bevorzugt feuchtere Stellen der Gebüsch- und Krautbestände in Wäldern. Dagegen sind die HEIDESCHNECKEN (Gattung *Helicella*) zum Teil richtige Trockenformen (Abb. S. 100). Einige, wie die MITTLERE HEIDESCHNECKE (*Helicella itala*), verbleiben auch an heißen Sommertagen im Freien, indem sie sich mit der Gehäusemün-



Große Egelschnecke bei der Eiablage (s. S. 115).



Rauschschnecke (*Testacella haliotidea*, s. S. 115).



»Liebespfeile« der Weinbergschnecke (1) und Gefleckten Schnirkelschnecke (2).

Anpassungen an Trockenheit

an Stengel und ähnliches ankleben und zusätzlich das Trockenhäutchen vor die Mündung ausspannen. Diese Art ist wie die GROSSE oder WEISSE HEIDESCHNECKE (*Helicella obvia*; Abb. 11, S. 89) und fast alle Heideschnecken mit mehr oder weniger deutlichen braunen Spiralbändern versehen. Beide Arten sind als Zwischenwirte für den Lanzettegel oder Kleinen Leberegel (s. Band I) von wirtschaftlicher Bedeutung.

Im Süden finden wir noch viel erstaunlichere Anpassungen. So sitzen an heißen Tagen, die stellenweise eine Temperatur von über sechzig Grad Celsius haben, die iberisch-marokkanischen TROCKENSCHNECKEN (*Theba pisana*) zu großen Mengen aufgereiht an vertrockneten Gräsern und an Buschwerk; diese Schnecken werden lediglich nachts rege. Ebenso widerstandsfähig sind die Schnirkelschnecken gegen Kälte; oft haben sie nicht nur einen Winterdeckel, sondern scheiden mehrere dieser Kalkverschlüsse in Abständen hintereinander ab. Bei einigen unserer Arten können wir sehr schön die oberste Schalenschicht (Periostracum) erkennen, die meist durch ihre Behaarung auffällt, wie bei der EINGEROLLTEN ZAHNSCHNECKE (*Helicodonta obvolvata*), der ZOTTIGEN LAUBSCHNECKE (*Trochulus villosus*) und anderen Arten. Auffallend flach-tellerförmige Schalen sind dagegen zum Beispiel für die GENABELTE MASKENSCHNECKE (*Isognomostoma holosericum*) kennzeichnend. Eine unserer häufigsten Arten, der STEINPICKER (*Helicogona lapicida*; GL über 2 cm), ist eine Felsenschnecke, die sich bei Regen oft auf Stämme von Buchen und anderen Laubbäumen flüchtet.

Durch die schöne Bänderung ihrer Schalen fallen die HAINSCHNECKEN I. E. S. (Gattung *Cepaea*) besonders auf. Hierzu gehören die HAINBÄNDERSCHNECKE (*Cepaea nemoralis*; Abb. 7 und 8, S. 89), die GARTENSCHNECKE (*Cepaea hortensis*), die SARMATENHAINSCHNECKE (*Cepaea vindobonensis*) und andere Arten, die voneinander oft nur durch die Mündungszeichnung und den Mündungssaum zu unterscheiden sind. Durch ihre grauweiße Schale leicht zu erkennen ist dagegen die gestaltlich ähnliche KARTÄUSERSCHNECKE (*Monacha cartusiana*). Neben der von Süd- und Westeuropa eingeschleppten GESPRENKELTEN WEINBERGSCHNECKE (*Helix aspersa*) ist noch ein in seinem Bau recht ausgefallener Vertreter zu nennen: *Cylindrus obtusus* (GL 10 bis 15 mm). Diese Schnecke hat ein lichtgraues, den Windelschnecken gleichkommendes, walzenförmiges Gehäuse; sie ist als ausgesprochene Reliktform nur im Gebiet der österreichischen Kalkalpen vom Schneeberg bis zum Dachstein in 1100 bis 2500 Meter Höhe verbreitet und wurde hier als einzige Art der Gattung in fünfundsiebzig verschiedenen Gebieten festgestellt.

Schon in früher Zeit waren die Hainschnecken eine beliebte Speise des Menschen; auch in der Volksmedizin spielte besonders die Weinbergschnecke eine Rolle. Durch neueste Untersuchungen konnte tatsächlich festgestellt werden, daß bestimmte Drüsenstoffe der Weinbergschnecke, der Gartenschnecke und der Großen Wegschnecke gewisse Bakterien zusammenballen (agglutinieren) und damit gegen Keuchhusten, Asthma und andere Krankheiten helfen. Hieraus läßt sich auch die stärkende Wirkung der Schneckennahrung erklären. Schon die Soldaten Napoleons hatten eingedeckelte Weinbergschnecken als Eiserne Ration auf ihren großen Feldzügen bei sich; ein Extrakt aus tausend Schnecken je Mann sollte zur Ernährung für eine Woche ausreichen.



Gehäuse von *Cylindrus obtusus*, links von unten, rechts von oben.

Drüsenstoffe

Nicht nur bei den feinschmeckerischen Franzosen, sondern auch in Südwestdeutschland und in vielen anderen Gegenden der Erde gelten Weinbergsschnecken in Kräutersoße nach wie vor als Leckerbissen. Die Tiere werden zu diesem Zweck planmäßig gezüchtet.

Auch für Sammler sind manche Hain- oder Schnirkelschnecken von besonderem Wert. Wenn ein Gehäuse der Weinbergsschnecke ausnahmsweise links gewunden ist, so wird es als »Schneckenkönig« bezeichnet. Begehrt sind aber auch manche der westindischen BUNTSCHNECKEN, die, wie die KUBANISCHE BUNTSCHNECKE (*Polymita picta*), leuchtende, je nach ihrem Wohnort wechselnde Farben auf ihrem Gehäuse vereinigen.

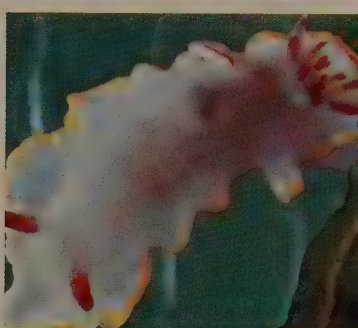
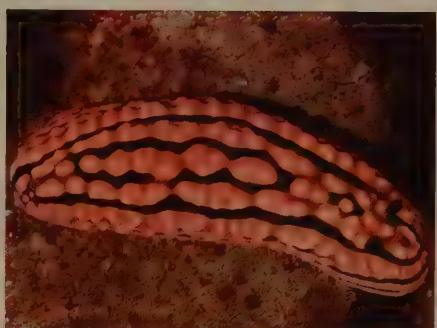
Zusammen mit den Schild- und Furchenfüßern sind die HINTERATMER (Ordnung Soleolifera) eine in ihren Verwandtschaftsbeziehungen vielumstrittene Gruppe. Rückdrehung des Mantelraums; stets ohne Schalen, Kiemen, Fußlappen (Parapodien) und Rückenanhänge (Cerata); Atemraum rechtsseitig oder endständig (opisthopneumon). Kopf meist mit ein oder zwei Paar Fühlern und gestielten Augen. Bewohner des Landes und des Grenzbereichs zwischen Land und Meer. Vier Familien mit etwa zweihundert Arten.

Zunächst hat man die Hinteratmer, nämlich die landbewohnenden Veronicelliden (s. unten) und Rathousiiden (s. unten) sowie die meeresbewohnenden Onchidiiden (s. S. 123), aufgrund ihrer gestielten Augen und der kiemenlosen Atemhöhle den Nacktlungenschnecken angereiht. Nun finden sich aber gestielte Augen nicht nur bei den Landlungenschnecken, sondern auch bei den Seeschmetterlingen, den Ruderschnecken und in Andeutung bei einigen Fadenschnecken; die Fühler sind zudem lediglich bei den Onchidiiden mit Ausnahme einiger ursprünglicher Arten einstülpbar, sonst jedoch — im Gegensatz zu den Landlungenschnecken, aber wie bei den Seeschmetterlingen — nur rückziehbar. Die Rückdrehung der Mantelorgane während der Entwicklung und die Zusammenballung des Nervensystems, wie wir sie sowohl bei den Landlungenschnecken als auch bei den Hinteratmern finden, lassen sich auf gleichsinnige Anpassung (Konvergenz) zurückführen und geben damit keine verwandtschaftlichen Hinweise. Auch die große Fußdrüse und die Kieferbildungen sind zu sehr an bestimmte Gegebenheiten, wie das Landleben und die Nahrungsaufnahme, gebunden, um bei einer so hochgradig spezialisierten Gruppe als systematischer Anhalt zu dienen. Vermutlich haben sich die einzelnen Familien der Hinteratmer aus einer gemeinsamen Wurzel mit den Kopfschildschnecken (s. S. 96) und den Wasserlungenschnecken (s. S. 102) entwickelt und dann getrennte Wege eingeschlagen.

Bei den RATHOUSIIDEN (Familie Rathousiidae) liegt der Atemraum noch weit vorn an der rechten Seite; in seinem Bereich mündet auch die weibliche Geschlechtsöffnung aus. Diese Schnecken sind rein fleisshessende Formen mit kieferlosem vorstreckbarem Schlund. In China lebt *Rathousia leonina*; von Hinterindien bis Nordaustralien kommen die am Rücken gekielten Vertreter der Gattung *Atopos* vor, so *Atopos semperi* (KL 2–3 cm; Abb. 6, S. 113) auf der Insel Mindanao. Näher mit ihnen verwandt sind die VERONICELLIDEN (Familie Veronicellidae). Sie bewohnen die Tropen, halten sich vorwie-

Ordnung Hinteratmer

- Links, von oben nach unten:
 - Phyllidia uphilis* (Familie Phyllidiiden, s. S. 131)
 - Hexabranhus imperialis* (vgl. S. 130, Abb. 8, S. 103)
 - Streifensamtschnecke (*Thuridilla hopei*, s. S. 127 u. Abb. 6, S. 104)
- Mitte, von oben nach unten:
 - Roter Schmetterling (*Gasteropteron rubrum*, s. S. 98)
 - Eine Sternschnecke (Familie Doridoiden, s. S. 130)
 - Leopardenschnecke (*Pelto-doris astromaculata*, s. S. 130)
- Rechts, von oben nach unten:
 - Oscanus tuberculatus* (s. S. 129 u. Abb. 3, S. 103)
 - Glossodoris purpurea* (vgl. S. 130, Abb. 5, S. 104)
 - Rosenförmiges Laichband einer Sternschnecke









<

Oben:

Creseis acicula

Links unten:

Gefleckter Seehase (*Aplysia dactylomela*, s. S. 124, vgl. Abb. 2, S. 90)

Rechts unten:

Calliphylla

<<

Glaucus (unten, vgl.

S. 135, Abb. 5, S. 103)

ist an einer Staatsqualle (*Porpita porpita*, oben).

Das Foto ist etwa dreieinhalbmal vergrößert.

<<<

Links, von oben nach unten:

Glaucus (vgl. S. 135, Abb. 5, S. 103)

Spurilla neapolitana mit Laichschnur (s. S. 134 u. Abb. 2, S. 104)

Eubranchius larrani

(vgl. S. 133)

Rechts, von oben nach unten:

Favorinus branchialis bei der Eiablage (s. S. 134)

Facelina coronata (vgl.

S. 134, Abb. 1, S. 104)

Dondice banyulensis (s. Abb. S. 25)

gend unter Steinen, morschem Holz und Laub auf und werden erst nachts rege, so daß man sie nur selten zu Gesicht bekommt. Die meist langgestreckten Tiere ernähren sich von Pflanzenstoffen. *Angustipes plebejus* (KL 4–6 cm; Abb. 10, S. 113) ist sowohl von Australien bis zu den Fidschiinseln als auch in Brasilien heimisch, während *Vaginulus taunaysi* (Abb. 8, S. 113) auf Brasilien beschränkt bleibt. Die Angehörigen beider Familien sind durch Querleisten am Fuß (Soleolae) gekennzeichnet, was der gesamten Ordnung ihren wissenschaftlichen Namen eingebracht hat.

Etwas abseits stehen die ONCHIDIIDEN (Familie Onchidiidae), da sie unter anderem diese Fußleisten nicht besitzen und nur ein Fühlerpaar aufweisen. Neuerdings waren sie auch zu den sogenannten Hinterkiemern (Opisthobranchia) gestellt worden. Erstaunlich ortstreu ist *Onchidiella floridana*, die in Felspalten der Bermudainseln lebt; wie die Napfschnecken kehrt sie nach einer Nahrungswanderung stets wieder zum Ausgangsort zurück. Fast alle Onchidiiden sind ovale, mehr oder weniger flache Schnecken, die an ihrem warzigen Rücken oft besondere Organe entwickelt haben: büschelartige Atemorgane bei der Gattung *Onchidium* oder Rückenaugen mit vom Licht abgewandt stehenden Sinneszellen wie bei den Gattungen *Onchidium*, *Platevindex* und anderen (Abb. S. 124; vgl. S. 154). Bei *Onchidina australis* und *Platevindex montana* ist die Atemhöhle mehr oder weniger rechtsseitig, also nicht endständig wie bei den Veronicelliden. *Platevindex montana* (KL 10–25 mm) ist eine der wenigen Arten dieser Familie, die sich vom Meeresleben gelöst haben; sie bewohnt bergiges Land auf den Philippinen. Ähnlich verhält sich auch *Onchidium typhae* (Abb. 4, S. 113), das zwischen Blättern an den Ufern indischer Flüsse zu finden ist. Die meisten Arten leben aber in oder nahe der Gezeitenzone. Die Tiere ernähren sich dort von Algen, wie etwa das ungemein weitverbreitete *Onchidium verruculatum* (Karte S. 124), die südostpazifische *Onchidiella chilensis* (Abb. 5, S. 113) und die indonesische *Platevindex granulosa* (Abb. 9, S. 113). Die einzige heimische Art, *Onchidiella celtica* (KL 10 bis 25 mm), ist in der Gezeitenzone von Cornwall bis nach Sizilien verbreitet.

Eine kleine, kaum vier Millimeter messende Schnecke, *Rhodope veranyi* (Abb. 10, S. 113), der Schale, Fühler, Kiefer, Raspelzunge und Herz fehlen, wurde früher von einigen Forschern zu den Strudelwürmern (s. Band I) und dann später zu den meeresbewohnenden Nacktkiemern (s. S. 129) gestellt. Neuere Untersuchungen der Organbildung und des Nervensystems ergaben aber, daß diese Schnecke nahe Beziehungen zu den Hinteratmern hat, denen sie als eigene Familie (Rhodopidae) anzuschließen ist. Sie ist ein nicht sehr häufiger Bewohner des Sandlückenraums und ruhiger, küstennaher Stellen mit Sand und Steinen; dort ernährt sie sich vorwiegend von den als *Trichoplax* (s. Band I) bekannten Schwammlarven.

Ordnung Breitfußschnecken

Ein besonderer Entwicklungszweig der Geradnervigen Schnecken ist in den BREITFUSS-SCHNECKEN (Ordnung Anaspidea) zusammengefaßt, die früher mit den Kopfschildschnecken (s. S. 96) und Flankenkiemern (s. S. 128) als »Bedecktkiemer« (Tectibranchia) vereinigt waren. Rückdrehung des Mantelraums, Schale meist vom Mantel bedeckt und klein oder ganz fehlend; mit oder ohne Faltenkieme. Kopf meist mit freien Tastern und eingerollten Fühlern (Rhi-

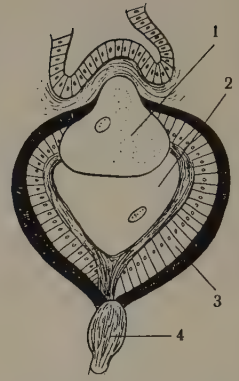
nophoren]. Fuß mit breiten, zum Schwimmen befähigenden Seitenlappen (Parapodien); Mantelraum rechtsseitig. Ausschließlich meeresbewohnende Formen. Zwei Unterordnungen: 1. Bedecktschaler (Aplysioidei; s. unten), 2. Ruder-schnecken (Gymnosomata; s. S. 125]. Insgesamt ungefähr achthundert Arten.

Die Breitfußschnecken dürften sich aus der Verwandtschaft der Philinoideen (s. S. 100) entwickelt haben. Durch ihre freien Fühler, die Lage des Nervenschlundringes hinter dem Schlund und die durchweg zum Schwimmen geeigneten Seitenlappen sind sie gut gekennzeichnet, wenn sie auch zwei recht verschiedene Gruppen von Lebensformen bilden.

Die erste dieser Gruppen sind die BEDECKTSCHALER (Unterordnung Aplysioidei). Deutliche, wenn auch meist kleine und vom Mantel bedeckte Schale; Fuß als echte Kriechsohle ausgebildet, mit Seitenlappen. Bewohner pflanzen-reicher Küstengebiete. Zwei Familien.

Unsere an den europäischen Küsten weitverbreitete KUGELSCHNECKE (*Akera bullata*; GL bis 5 cm; Abb. 1, S. 90) zeigt zumindest im Aussehen und in der angedeuteten Überkreuzung der seitlichen Nervenbahnen noch ganz das Bild einer Kopfschildschnecke; das weitere Nervensystem verrät allerdings, daß die KUGELSCHNECKEN (Familie Akeridae) bei den Bedecktschalern eingeordnet werden müssen. Wie schon der Name »Bedecktschaler« sagt, ist bei diesen Schnecken das Gehäuse stets von den breiten Fußlappen bedeckt, wenn auch die recht zerbrechliche, dünne und kugelige Schale der Kugelschnecke noch den gesamten Eingeweidesack einhüllt. Die Tiere können sich allerdings nicht mehr in das Gehäuse zurückziehen. Werden die breiten Fußlappen über dem Rücken zusammengeschlagen, so bilden sie mit dem Körper einen nach hinten offenen Trichter, dessen Wasser durch schnelles Zusammenziehen der Muskeln ausgepreßt wird. So bewegen sich die Kugelschnecken — besonders im Frühjahr — kopfaufwärts, wobei ihr Eingeweidesack mit der Schale einem Glockenklöppel gleicht.

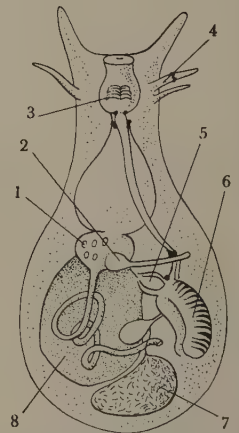
Auch unser SEEHASE (*Aplysia depilans*; GL oft bis über 20 cm; Abb. 2, S. 90) und seine Verwandten (Familie Aplysiidae) können durch Rückstoß schwimmen; doch sie formen durch Aneinanderlegen der Fußlappen am Rücken ein Rohr, das mit einer richtigen, 1,2 Sekunden andauernden Zusammenziehungswelle das Tier schnell vorwärts stößt. Die Seehasen besitzen allerdings nur eine sehr kleine, flache und innere Schale, die gewöhnlich kaum sichtbar wird. Die Gattung *Dolabella* mit der riesenhaften *Dolabella scapula* (GL bis 40 cm; Abb. 3, S. 90), die eine der größten Geradenervigen Schnecken ist, weist auch noch eine Verkalkung der kleinen Schale auf. Dagegen besitzen andere Vertreter, wie unsere grüngefärbte *Phyllaplysia depressa* (GL 4 cm) aus dem Mittelmeer, in erwachsenem Zustand keinen Schalenrest mehr. Alle Seehasen, unter ihnen der MITTELLÄNDISCHE SEEHASE (*Aplysia fasciata*; GL 30 cm), der KLEINE SEEHASE (*Aplysia rosea*; GL 8 cm) und *Aplysiella virescens* (GL 3 cm; Abb. 4, S. 90) aus dem Mittelmeer, können aus der Mantelhöhle einen milchigen bis braunvioletten Saft ausstoßen, wenn sie gereizt werden. Die alten Römer meinten deshalb, sie seien giftig; es handelt sich aber wohl nur um eine ungefährliche Schutzmaßnahme wie bei der Veilchenschnecke (s. S. 78) und den Tintenschnecken (s. S. 195).



Eingekehrtes Rückenauge von *Onchidium* (s. S. 123).
1 Linse, 2 Sekretkörper, 3 Netzhaut (Retina), 4 Sehnerv.



Onchidium verruculatum
(s. S. 123).



Anatomie der Breitfußschnecken (Seehase): 1 Mitteldarm (Magen), 2 Niere, 3 Schlund mit Raspelzunge, 4 Begattungsorgan (Penis), 5 Herz, 6 Faltenkieme, 7 zwittrige Keimdrüse, 8 Mitteldarmdrüse.

Auf den Gesellschaftsinseln im Stillen Ozean wird *Dolabella termidi* (GL 13 cm) sogar gegessen.

Als reine Pflanzenesser sind die Seehasen gewöhnlich in den Algengebieten der Küsten verbreitet, wo sie sich in ihrer Färbung diesem Lebensraum angepaßt haben. Dort sind im Frühjahr auch oft massenhaft die Jungtiere zu finden. Ein einzigartiges Bild bietet der Anblick einer »Begattungskette« von Seehasen: Eine Schar von bis zu zwölf Tieren, die regelrecht »aneinandergebunden« wirken, schwimmt dann hintereinander über den Grund.

Unterordnung Ruderschnecken

Noch mehr als die bereits gut schwimmfähigen Bedecktschaler haben sich die schalenlosen RUDERSCHNECKEN (Unterordnung Gymnosomata; früher eine Gruppe der Pteropoda; s. S. 102) zu reinen Hochseetieren entwickelt. Fuß in Schwimmorgane aufgelöst. Besondere Fangorgane, die mit der beutejagenden Lebensweise zusammenhängen (Anpassungen, die keiner anderen Schnecken-Gruppe zukommen). Sieben Familien.

Etwas abseits von den übrigen Ruderschnecken stehen die in ihrer Entwicklung schon sehr früh abgezweigten Arten *Laginiopsis triloba* aus dem Gebiet der Azoren und *Anopsia gaudichaudi* aus dem Indopazifik. Bei der ersteren Art ist mit dem Schlundkopf auch die Raspelzunge rückgebildet; das Tier ergreift die Beute mit Hilfe seines langen Rüssels. Dagegen kann *Anopsia* noch den Kopf in den vorderen Rumpfteil (Mantel) zurückziehen und fängt ihre Beute mit der Raspelzunge. Diese Schnecke treibt Brutpflege; erst nachdem die Mutter abgestorben ist, platzt die Wand ihres Körpers, und die fertigen Jungtiere werden frei.

Alle weiteren Ruderschnecken besitzen umgebildete Fußlappen, die als gleichzeitig schlagende Schwimmorgane dienen; sie sind mehr oder weniger walzen- bis spindelförmig und haben als besondere Schlundbewaffnung neben der Raspelzunge zwei oder mehr vorstülpbare Hakensäcke, mit deren Hilfe sie sich der Beute bemächtigen. Bei einigen Formen, wie bei *Thalassopterus zancleus* (GL 2 mm) aus dem Mittelmeer, können diese Hakensäcke allerdings rückgebildet sein. Auf Beutesuche schwimmen die Ruderschnecken an der Oberfläche. Sie scheinen Tagtiere zu sein, obwohl sich die auf den kurzen hinteren Fühlern sitzenden Augen teilweise in Rückbildung befinden. Häufig ist unter den Vertretern dieser Unterordnung nur das zur Familie der CLIONIDEN (Clionidae) gehörende WALAAS oder WALAAT (*Clione limacina*; GL 3 bis 4 cm; Abb. 5, S. 90), das in den Meeren rund um die Pole zeitweise in großen Schwärmen auftritt. Es erbeutet fast ausschließlich den Seeschmetterling *Spiratella helicina* (s. S. 102), bildet aber selbst zusammen mit jenem die Hauptnahrung der Bartenwale (s. Band XI). Daher hat es seinen volkstümlichen Namen erhalten.

Die im Aussehen recht ähnlichen, aber kleineren NOTOBRANCHAEIDEN (Familie Notobranchaeidae) besitzen wie die mit einem langen Rüssel ausgezeichneten CLIOPSIDEN (Familie Cliopsidae) am Hinterende eine faltige Ersatzkieme, während die bisher genannten Ruderschnecken alle ohne Atemorgane sind. Eine Faltenkieme kommt vielleicht nur den PNEUMODERMATIDEN (Familie Pneumodermatidae) zu, obwohl ihr Bau sich kaum von den bei ihnen ebenfalls ausgebildeten endständigen Ersatzkiemen unterscheidet. Kennzeichnend für die Pneumodermatiden sind die Saugarme des Schlundes,



1 *Pneumodermon mediterraneum* mit vorgestülpten Schlundorganen (von der Seite), 2 *Pneumodermapsis ciliata* (von unten).

die als sogenannte Buccalkegel auch schon bei den Clioniden angedeutet sind. So hat das purpurviolette *Pneumodermon mediterraneum* (GL 1–2 cm) ein Paar keulenförmiger, mit je sechs bis neun mit Saugnäpfen versehener Organe; die Tiere stülpen diese Saugarme zusammen mit dem Rüssel und den Hakensäcken vor und halten damit die Beute fest. Recht ähnlich ist auch *Pneumodermopsis ciliata* (GL 1 cm; Abb. S. 125) gestaltet; hier sind die Saugarme sehr kurz, wodurch die Näpfe in zwei Querreihen stehen, und zusätzlich ist noch ein in der Symmetrieebene des Körpers stehender Fühler am Rüssel vorhanden. Diese ebenfalls violette Art wird stellenweise viel häufiger angetroffen als *Pneumodermon*; sie kommt im Nordatlantik und im Mittelmeer bis in die Adria hinein vor.

Erstaunlich vielgestaltige Formen hat die nicht sehr artenreiche Ordnung der SCHLUNDSACKSCHNECKEN (Saccoglossa) hervorgebracht. Rückdrehung des Mantelraums; Schale dünnwandig und eiförmig oder zweiklappig, auch fehlend; beschalte Arten mit Kammkieme. Fühler am Kopf verschieden (zwei Paar, ein Paar oder fehlend). Schalenlose Formen teils mit Rückenanhängen (Cerata); Fuß manchmal mit einem oder zwei seitlichen Lappen (Parapodien). Stets ein saugender Schlund ohne Kiefer mit einreihiger Raspelzunge, deren Vorderende in einem Blindsack (Saccus) steckt; in ihm liegen die abgenutzten Zähne. Zwei Unterordnungen: 1. Julioidei (s. unten), 2. Oxynoidei (s. S. 127). Insgesamt etwa siebenhundert Arten.

Trotz ihrer Vielgestaltigkeit sind die Schlundsackschnecken allesamt durch eine einreihige Raspelzunge und den damit verbundenen Schlundsack ausgezeichnet. Sie leben als Pflanzensauger im Meere, reißen mit ihrer einzigen Zahnreihe Algen auf und ernähren sich saugend von deren Inhalt. Wir finden diese vielfach sehr kleinen Schnecken daher fast ausschließlich in der Algenzone der Meeresküsten, wo sie am Grund oder im Gewirr der Pflanzen umherkriechen.

In der Unterordnung Julioidei werden beschalte Formen mit langen seitlichen, teils noch überkreuzten Nervenbahnen zusammengefaßt. Zwei Familien: 1. Arthessiden (Arthessidae); können sich voll in die Schale zurückziehen, seitliche Nervenstränge überkreuzt; nur wenig bekannt. 2. Zweischalenschnecken (Juliidae); durch zwei Schalenklappen gekennzeichnet.

Die beiden Schalenklappen der ZWESCHALENSCHNECKEN deuten nicht etwa darauf hin, daß wir hier Übergangsformen zu den Muscheln vor uns haben. Das Studium der Larvenentwicklung bei einigen Arten, wie *Berthelinia limax* aus Japan, hat ergeben, daß die linke Klappe der Zweischalenschnecken das eigentliche Gehäuse darstellt. Die Larve hat eine normal gewundene Schale mit Schalendeckel. Bei ihr wächst der rechte Anteil des zu bildenden Erwachsenengehäuses stärker und unsymmetrisch, wodurch schließlich die zwei Klappen entstehen. Manchmal – wie bei *Berthelinia limax* oder bei *Berthelinia chloris* (GL 1 cm) aus Kalifornien – befindet sich an der Spitze der linken Klappe noch die gewundene Embryonalschale.

Bis zum Jahre 1959 kannte man noch keine lebenden Tiere dieser Familie; man hatte lediglich die beiden Schalenklappen gefunden. Daher ist es nicht verwunderlich, daß man diese Formen bis dahin zu den Muscheln gestellt

Ordnung Schlundsackschnecken



Berthelinia chloris von
oben und der linken Seite.

hatte. Erst 1959 entdeckten die japanischen Forscher S. Kawaguti und K. Baba lebende Zweischalenschnecken. Wie alle Schlundsackschnecken, so ernähren sich auch die Zweischalenschnecken von besonderen Algen, denen sie sich in ihrer Färbung anpassen. So lebt *Julia japonica* von der Schlauchalge *Caulerpa ambigua*. Nach gegenseitiger Begattung werden die Eier in Haufen bis über zweitausend Stück auf bestimmten Algen abgelegt. Von den etwa ein Dutzend Arten, die bei Madagaskar, Japan, Australien und an der pazifischen Küste Amerikas von Kalifornien bis Peru vorkommen, sind nur wenige gründlicher untersucht worden. Die Gattung *Midorigai* unterscheidet sich von *Berthelinia* durch eine scheibenförmige Embryonalschale.

Unterordnung Oxynoidei

Besonders vielgestaltig sind die in der Unterordnung Oxynoidei zusammengefaßten übrigen Schlundsackschnecken. Schale vorhanden oder fehlend; zusammengeballtes (konzentriertes) Nervensystem. Acht Familien in zwei Überfamilien.

Unter den einheimischen Formen der ersten Überfamilie (Oxynoidea) ist *Oxynoe olivacea* (Abb. 9, S. 90) aus dem Mittelmeergebiet recht leicht an ihrem lang ausgezogenen schwanzartigen Fuß zu erkennen; der eigentliche Körper mit der dünnen Schale ist von den Fußlappen bedeckt. Das Tier lebt auf Schlauchalgen der Gattung *Caulerpa*, kommt aber nicht häufig vor. Es besitzt ebenso wie die an den europäischen Küsten allgemein verbreitete GRÜNE SAMTSCHNECKE (*Elysia viridis*; GL 1–2 cm; Abb. 10, S. 90) ein einziges Paar eingerollter Fühler (Rhinophoren) — ein gutes Erkennungsmerkmal besonders für die schalenlosen Samtschnecken, aber auch für viele weitere Schlundsackschnecken. Die farbenschöne STREIFENSAMTSCHNECKE (*Thuridilla hopei*; GL 5–15 mm; Abb. 6, S. 104) aus dem Mittelmeer ist wie andere Arten der Familiengruppe in Seegraswiesen und Algenbeständen zu finden; sie vermag auch zwischen den Pflanzen über kurze Entfernungen hinweg mit dem Wellenschlag ihrer Fußlappen zu schwimmen. Dagegen kommt die BLATTSCHNECKE (*Bosellia mimetica*; GL 5–10 mm) aus dem Mittelmeer fast ausschließlich in geringer Tiefe auf der Schlauchalge *Halimeda tuna* vor; sie ist ihrer Nahrungspflanze nicht nur farblich, sondern auch in der abgerundeten Körperform angepaßt. Das in Ruhelage durchschimmernde Blutadernetz gibt dem Tier zusätzlich ein blattartiges Aussehen. Bei der Blattschnecke entwickeln sich die männlichen Keimzellen eher als die weiblichen (Protandrie).



Blattschnecke

Eine zweite Überfamilie (Stiligerioidea) ist durch die starke Zusammenballung des Nervensystems gekennzeichnet. Sie umfaßt in den LOBIGERIDEN (Familie Lobigeridae) noch Formen mit langem Fuß, ohrförmiger Schale und zwei Paar langen, freien Fußlappen, welche die Tiere zum Schwimmen befähigen. In den Seegraswiesen des Mittelmeeres ist *Lobiger serradifalci* (Abb. 8, S. 90) nicht selten anzutreffen; sie ernährt sich besonders von Schlauchalgen der Gattung *Caulerpa*. Alle weiteren Familien sind durch höchstens ein Fühlerpaar gekennzeichnet, ferner dadurch, daß ihnen Schale und Fußlappen fehlen. Statt dessen treten meist zahlreiche Rückenanhänge (Cerata) auf. Bei den POLYBRANCHIDEN (Polybranchidae) sind sie blattförmig, bei den STILIGERIDEN (Familie Stiligeridae) dagegen meist keulen- bis fadenförmig. Die Stiligeriden können dadurch leicht mit den Fadenschnecken aus der Ordnung

der Nacktkiemer (s. S. 129) verwechselt werden, die aber zwei Paar Fühler besitzen. Ob an diese Familie auch die nordamerikanische Art *Olea hansineensis* angeschlossen werden muß, ist noch nicht sicher.

Die bei uns recht zahlreichen Stiligeriden sind entlang der europäischen Küsten vor allem durch *Stiliger vesiculosus* (GL 5–10 mm) vertreten; diese Art kommt sowohl in der Algenzone als auch in Hafengebieten vor und ernährt sich vom Laich anderer Nacktschnecken. Etwas seltener sind die in Seegraswiesen und Algenbeständen lebenden Arten *Hermaea bifida* (GL 15 bis 25 mm) und *Placida dendritica* (GL 10–15 mm). Ausschließlich zwischen Grünalgen findet man die im Mittelmeer stellenweise häufige *Ercolania coerulea* (GL 5–10 mm), die mit ihren zahlreichen flaschenförmigen Anhängen leicht zu erkennen ist. Manchmal haben die einheitlich grünen Tiere nur an diesen Anhängen bläuliche Flecken, die aber nach den Angaben von L. Schmekel schon nach kurzem Hungern undeutlich werden und mit zunehmendem Fasten ganz verschwinden können. Besonders hervorzuheben ist *Alderia modesta* (GL 8–10 mm), ist sie doch als einzige Schlundkopfschnecke zu einer amphibischen Lebensweise übergegangen. Stets bewohnt sie die rasenartigen Bestände der Schlauchalge *Vaucheria*, vielfach auch außerhalb des Wassers; sie ist entlang der europäischen Küsten verbreitet, in der Ostsee bis Helsinki, ferner an der atlantischen und der pazifischen Küste Nordamerikas.

Nacktschnecken ohne Anhänge sind die LIMAPONTIIDEN (Familie Limapontiidae); sie ähneln dadurch nicht nur manchen Kopfschildschnecken, sondern können auch mit Plattwürmern verwechselt werden. Tatsächlich wurde die fühllose nordostatlantische LANZETTSCHNECKE (*Limapontia nigra*; GL etwa 5 mm, Abb. 7, S. 90), die auch in die Ostsee und in das Mittelmeer eindringt, dreimal als »Wurm« beschrieben. Daß sie in Wirklichkeit eine Schnecke ist, zeigen die Unsymmetrie ihrer inneren Organe ebenso wie auch ihre Raspelzunge. Lanzettschnecken leben in Algenbeständen frei oder unter Steinen und sind oft nur sehr schwer zu finden. Die etwa gleich große *Acteonia corrugata* ist von der Nordsee bis zur Biskaya verbreitet, besitzt aber im Gegensatz zur Lanzettschnecke noch ein Paar eingerollter Fühler.

Einer kleinen Gruppe Geradnerviger Schnecken mit napfförmig-flacher, teils überwachsender oder fehlender Schale, den FLANKENKIEMERN (Ordnung Notaspidea), kommt als Ausgangspunkt für die nachfolgenden Nacktkiemer eine besondere Bedeutung zu. Mantelraum rechtsseitig als Rinne, stets mit einer doppelfiedrigen Kieme; keine Fußlappen. Besonders im zusammengeballten Nervensystem Übereinstimmungen mit Nacktkiemern, mit denen sie auch meist zu einer Ordnung vereinigt werden. Meeresbewohner. Zwei Familien mit etwa vierhundertfünfzig Arten.

Recht treffend ist eine Familie der Flankenkiemer als SCHIRMSCHNECKEN (Umbraculidae) bezeichnet worden, denn diesen Tieren sitzt eine flache Schale wie ein zu kleiner Schirm auf dem Rücken. Die im Mittelmeer und an der Küste Portugals lebende VERKEHRTE SCHIRMSCHNECKE (*Tylodina perversa*; GL 2,4 cm; Abb. 2, S. 103) ist durch die Schale tatsächlich noch etwas geschützt. Sie sitzt unterhalb von zehn Meter Tiefe auf dem bräunlich-gelben



Begattung bei *Stiliger*.



Acteonia corrugata

Ordnung Flankenkiemer

Schwamm *Verongia aerophoba*, ernährt sich von ihm und nimmt seine Farbe an. Dagegen gleicht die MITTELMEER-SCHIRMSCHNECKE (*Umbraculum mediterraneum*; GL bis 15 cm; Abb. 1, S. 103 und Abb. S. 73) durch ihren außerordentlich vergrößerten und verdickten Fuß mit seiner warzigen Oberfläche mehr einem wandelnden Schwamm, dem ein kleiner Hut aufsitzt.

Besondere Schutzmaßnahmen

Noch stärker ist der schwammartige Körper bei den PLEUROBRANCHIDEN (Familie Pleurobranchidae) ausgeprägt. Sie nehmen gewöhnlich sehr viel Wasser im Gewebe des Fußes und im sogenannten »Segel« der verbundenen vorderen Fühler auf. Bei Störung verdrängt das Tier die Flüssigkeit aus diesen Organen und »schrumpft« gewissermaßen zusammen; die leuchtend orange-farbene *Berthella aurantiaca* (GL bis über 3 cm) kugelt sich bei Gefahr sogar außerdem ein. *Berthella* besitzt noch eine verhältnismäßig große Schale, die aber wie bei allen Pleurobranchiden vom Mantel eingeschlossen und daher nicht sichtbar ist. *Oscanius tuberculatus* (GL 6 cm; Abb. 3, S. 103) fällt weniger durch die gelb-braune Färbung als durch die kreisrunde Gestalt auf; der mit Warzen bedeckte Körper besitzt einen ausladenden Fuß, so daß der Mantel mit der zerbrechlichen und kleinen inneren Schale sich gut als Rückenschild abhebt. Diese Schnecken leben von anderen Tieren; *Oscanius* ernährt sich vor allem von Seescheiden (s. S. 440). Zu ihrem Schutz geben die Tiere bei Gefahr einen stark sauren Schleim von sich. Angegriffene Pleurobranchiden werden deshalb sofort von Fischen wieder ausgespien — ähnlich wie Seemandeln (s. S. 98), Seehasen (s. S. 124), Samtschnecken (s. S. 127), Sternschnecken (s. S. 130) und verschiedene Lamellarioideen (s. S. 83). Durch Zusammenziehen des gesamten Körpers kommen auch richtige Fluchtbewegungen zustande. Auf diese Weise kann *Pleurobranchia meckeli* (GL bis über 10 cm; Abb. 4, S. 103), ebenfalls ein fleischfressender Bewohner tieferer Zonen des Mittelmeers und des anschließenden Atlantik, regelrecht »schwimmen«. Die Anwesenheit dieser Schnecke gefährdet alle verschlingbaren Tiere in der näheren Umgebung. Weder Würmer noch Weichtiere sind vor *Pleurobranchia* sicher, und selbst Artgenossen werden nicht verschont. Die schalenlosen Tiere zeichnen sich durch eine freie, vom Mantel nicht überdachte Kieme aus.

Ordnung Nacktkiemer

Mit den NACKTKIEMERN (Ordnung Nudibranchia) beschließen wir die so formenreiche und vielgestaltige Klasse der Schnecken. Rückdrehung des Mantelraums; Mantelhöhle, Schale und Fußlappen fehlen; Atmung durch die Haut oder mit Hilfe von Ersatzbildungen am Rücken. Kopf meist mit zwei Paar Fühlern, hintere (Rhinophoren) oft in Scheiden zurückziehbar; Rückenanhänge (Cerata) vorhanden oder fehlend. Mit Ausnahme der Art *Ancylodoris baicalensis* rein meeresbewohnend.

Diese äußerlich vollkommen gleichseitigen Meeresnacktschnecken sind wegen ihrer oft nur geringen Körpergröße leicht zu übersehen oder schwer aufzufinden. Der völlige Verlust der Mantelhöhle hat dazu geführt, daß bei einigen Gruppen am Rücken Ersatzbildungen und Rückenanhänge entstanden sind. Früher teilte man die Nacktkiemer in Sternschnecken (Holohepatica) und Fadenschnecken (Cladohepatica) auf, was jedoch nicht den wirklichen verwandtschaftlichen Beziehungen entspricht. Heute unterscheiden wir nach einigen äußeren Merkmalen (Fühler usw.), ferner nach dem Bau der Ver-

dauungsorgane und des oft stark verzweigten, vergrößerten Nierensackes vier Unterordnungen: 1. Doridoidei (s. unten), 2. Dendronotoidei (s. S. 131), 3. Arminoidei (s. S. 132), 4. Fadenschnecken (Aeolidoidei; s. S. 133). Zusammen 48 Familien mit rund 4500 Arten.

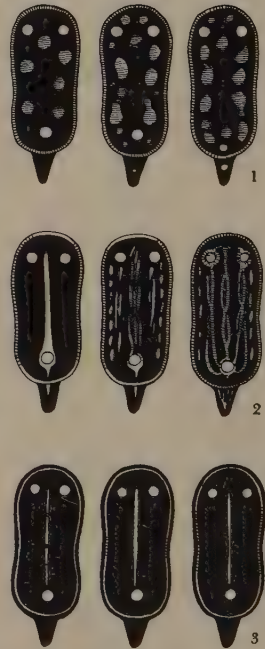
Einen abgeflachten Körper und einen rückenständigen, teils oder ganz von verzweigten Ersatzkiemen umgebenen After haben die Angehörigen der Unterordnung der DORIDOIDEN (Doridoidei). Gewöhnlich mit Kalkspikeln ausgerüstet; linke Mitteldarmdrüse kompakt, rechts rückgebildet. Sechzehn Familien in fünf Überfamilien.

Mit wenigen Ausnahmen, zu denen die grönländische *Doridoxa ingolfiana* gehört, umfassen die STERNSCHNECKEN (Überfamilie Doridoidea), die ihren Namen nach den verzweigten Atemorganen rund um die rückenständige Afteröffnung haben. Farblich stimmen diese Ersatzkiemen fast immer mit den geringelt erscheinenden Riechfühlern überein. Vielfach können die verzweigten Atemorgane eingezogen werden, besonders bei der einheimischen WARZIGEN STERNSCHNECKE (*Archidoris tuberculata*; GL bis über 10 cm), der LEOPARDENSCHNECKE (*Peltodoris atromaculata*) aus dem Mittelmeer oder bei den schwimmfähigen Arten der Gattung *Hexabranhus* aus dem Indopazifik, zu denen der leuchtendrote *Hexabranhus marginatus* (Abb. 8, S. 103) gehört. Doch auch die GLOSSODORIDEN (Familie Glossodoridae) schützen die Kiemen auf die gleiche Art. Vielleicht ist die farbliche Musterung dieser Tiere eine direkte Schutzfärbung.

H. R. Haefelfinger, dessen Schilderung wir folgen wollen, hat sich eingehend mit der Farbenpracht dieser Schnecken beschäftigt. Beim Tauchen — so berichtet er — stellt man bald fest, daß je nach der Wasserqualität die bunte Farbenwelt der Meerestiere, wie wir sie im Tageslicht bewundern, mit zunehmender Wassertiefe rasch an Vielfalt abnimmt. Das leuchtende Rot verblaßt, das Blau wird dunkler, das Gelb schmutzig, und schließlich sieht man nur noch graublaue Farbabstufungen. In ihrer natürlichen Umgebung — sei sie durch volles Tageslicht noch bunt oder schon vom Blau der Tiefe überschattet — passen sich die Nacktschnecken jedoch ausgezeichnet ein. Als Tarnung können grellste Farbtöne genauso wirksam sein wie unauffällige oder zarte. Besonders beim Tauchen muß man immer wieder feststellen, wie schwer die Schnecken in ihrem Lebensraum zu erkennen sind.

Die Farbenpracht kann also nach Haefelfinger im Leben der Schnecken sehr wohl eine Bedeutung haben; aber die mannigfaltige Musterbildung innerhalb einer Familie, einer Gattung und sogar innerhalb einer Art ist noch keineswegs erklärt. Außerordentliche Farb- und Zeichnungsunterschiede finden wir zum Beispiel in der Gattung *Glossodoris*, die im Mittelmeer in zahlreichen Arten vertreten ist. Bei einigen Formen bleiben die Farben und Muster von der Jugendstufe an zeitlebens erhalten, so bei *Glossodoris luteorosa* die unregelmäßig goldgelben, weiß und tiefrosa eingefärbten Flecken auf dem blaßroten Grund oder bei der tiefblauen *Glossodoris tricolor* die weißen Linien. Dagegen unterscheiden sich bei anderen Arten die erwachsenen Tiere so erheblich von den jungen, daß es nicht verwunderlich ist, wenn man sie einst als verschiedene Arten angesehen hat. Am verwickeltsten ist die Veränderung des Zeichnungsmusters bei *Glossodoris gracilis* (Abb. 5, S. 104).

Unterordnung Doridoiden



Musterbildung bei 1 *Glossodoris luteorosa*, 2 *Glossodoris gracilis*, 3 *Glossodoris tricolor*.

Schon die jungen Schnecken haben eine deutlich gelbe Linie um den Rücken und eine verhältnismäßig breite weiße Mittellinie, in die nach und nach gelbe Farbstoffe eingelagert werden. Später entstehen zwischen Mantellinie und Rückenschildrand weitere gelbe Linien; die Mittellinie spaltet sich auf, und beim erwachsenen Tier überzieht nur noch ein feines gelbes Liniensystem den gesamten Rücken und die Flanken. Besonders verwirrend wird das Bild dadurch, daß sich die Jugendstadien von *Glossodoris tricolor* und *Glossodoris gracilis* auffallend ähneln, während die erwachsenen Schnecken deutliche Unterschiede zeigen.

Auch die einzelnen Altersstufen von *Polycera quadrilineata* sind so abweichend gezeichnet und gefärbt, daß sie als verschiedene Arten beschrieben wurden. Während bei dieser Art, die auf Algengründen lebt, die genaue Nahrung noch nicht festgestellt werden konnte, sind für andere Glossodoriden ganz bestimmte Ernährungsweisen kennzeichnend. So lebt *Glossodoris tricolor* vom Gewebe des Schwammes *Ircinia*, und die große Leopardschnecke ist meist auf dem Schwamm *Petrosia ficiformis* zu finden. Neben dieser vielfachen Nahrungsspezialisierung ist für die Sternschnecken aber auch noch ein anderes Merkmal kennzeichnend: Es sind die unter der Haut eingelagerten Kalkspikel. Bei *Polycera quadrilineata* (GL 1–3 cm; Abb. 7, S. 103) von den europäischen Küsten sind diese Kalkeinlagerungen nur in geringer Zahl ausgebildet; anderen Arten bieten sie dagegen einen ausgezeichneten Schutz vor Feinden. Auch die eigenartigen Rückensinnesorgane der POLSTERSTERNSCHNECKE (*Jorunna tomentosa*; GL 2–4 cm), die die Form von Gewürznelken haben und deshalb als Karyophylliden bezeichnet werden, sind ebenso wie die von *Rostanga rubra* (GL 10–15 mm) und einigen verwandten Arten von Spikeln umgeben und gestützt.

Die Polsterstern-
schnecke

Einige Vertreter dieser Unterordnung, zum Beispiel die mit papillenartigen Warzen bedeckte *Aegires punctilucens* (GL 10–15 mm), sind nicht in der Lage, ihre Rückenkiemen in Taschen einzuziehen. Manche leben als Außenschmarotzer auf anderen Tieren. So ernährt sich *Okenia elegans* von Seescheiden, viele Arten der Gattung *Lamellidoris* leben von Moostierchen (s. Band I); sie finden sich daher vorwiegend auf Seegras oder in Seegraswiesen. Die beiden großen Arten der Gattung *Dendrodoris* aus dem Mittelmeer (*Dendrodoris limbata*, GL 5–7 cm; *Dendrodoris grandiflora*, GL 5 bis 19 cm) sind stellenweise recht häufig unter Steinen und an Schwämmen zu finden. Zusammen mit den seltenen PHYLLIDIIDEN (Familie Phyllidiidae), deren Atemorgane als Lamellenkranz unter dem Mantel liegen, bilden sie die Gruppe der raspelzungenlosen Sauger (Porostomata), die ihren engen Schlund vorstülpen können.

Unterordnung
Dendronotoiden

Die Angehörigen der DENDRONOTOIDEN (Unterordnung Dendronotoidei) besitzen meist eine paarige Reihe von Rückenanhängen (Cerata) und einen seitlich gelegenen After. Für gewöhnlich keine Kiemen; Mitteldarmdrüse in sich geschlossen oder verästelt, rechte Drüse kleiner; Kopf in der Regel mit eingerollten Fühlern (Rhinophoren), die in eigene Scheiden rückziehbar sind. Zehn Familien.

Als Grundform dieser Gruppe betrachten wir *Tritonia gracilis* (GL 1 cm; Abb. 3, S. 104) aus dem Mittelmeer. Diese Art hat keine Kiemenanhänge und

zeigt an den Rückenkannten je eine Reihe von Anhängen, überragt von den Riechfühlern, die in röhrenartige Scheiden eingezogen werden können. Auch das Stirnsegel bildet ein kennzeichnendes Merkmal. Im Aussehen schließen sich daran unmittelbar Arten an wie: *Marionia blainvillea*, *Hancockia uncinata*, *Lomanotus genei* und *Doto coronata*. Durch ihre oft blattartig wirkenden Rückenanhänge ähneln sie manchen Schlundsackschnecken (s. S. 126). Einige dieser Arten sind auf besondere Nahrung eingestellt. So findet man *Tritonia hombergi* und andere Arten dieser Gattung an Lederkorallen. Die durch Körperzusammenziehung schwimmfähigen Arten der Gattung *Lomanotus* leben auf Schwamm aufwuchs. *Hancockia* und *Doto* ernähren sich von verschiedenen Nesseltieren. Dabei speichert *Hancockia* sogar die Nesselkapseln in Taschen der Rückenanhänge. Auch die BÄUMCHENSCHNECKE (*Dendronotus arborescens*; Abb. 2, S. 113) verzehrt verschiedene Nesseltiere.

Nahrungsspezialisten

Weder Kiefer noch Raspelzunge besitzt die SCHLEIERSCHNECKE (*Fimbria fimbria*; GL 20–30 cm; Abb. 1, S. 113) aus dem Mittelmeer, die ihren Namen nach ihrer Stirnhaut hat. Sie schöpft allerlei Beutetiere ein und ernährt sich von ihnen, angefangen von Kleinstlebewesen bis zu kleinen Fischen. Durch Wellenbewegungen und Zusammenkrümmen des flachen Körpers ist sie auch längere Zeit schwimmfähig. *Scyllaea pelagica* (GL 2–4 cm) ist — wie ihr wissenschaftlicher Name sagt — auf treibenden Algen im offenen Meer heimisch und lebt von Quallen und anderen Nesseltieren. Auch die BEILSCHNECKE (*Phylliroe bucephala*; GL 3–4 cm; Abb. 3, S. 113) bewohnt das offene Meer; sie hat einen seitlich abgeflachten und daher beilartig-fischförmigen Körper, der farblos und fast durchsichtig ist und dem ein richtiger Fuß fehlt. Die einzigen Anhänge bilden die langen Fühler. Die Augen und die Raspelzunge befinden sich in Rückbildung. Ähnlich wie die Gattung *Rhodope* (s. S. 123) ist die Beilschnecke durch Anpassung an ihren Lebensraum so stark abgewandelt, daß sie kaum mehr wie eine Schnecke aussieht. Ihre Fortbewegung erfolgt demnach auch — entsprechend ihrer Gestalt — durch Schlängeln. Als junges Tier schmarotzt diese Schnecke an der Qualle von *Zanklea costata* (s. Band I), die sie während des Wachstums zusehends aussaugt, bis die Beute nur noch als Anhang dem Fußrest der Beilschnecke ansitzt. Auch als erwachsenes Tier ernährt sich die Beilschnecke überwiegend von Nesseltieren, besonders von Staatsquallen (s. Band I) und anderen Quallen.

Sehr vielgestaltige Schnecken umfassen die ARMINOIDEN (Unterordnung Arminoidei). Mit oder ohne Rückenanhänge (Cerata); Kopf in der Regel nur mit einrollbaren Fühlern (Rhinophoren) ohne Scheide; Mitteldarmdrüse verästelt. Neun Familien in drei Überfamilien.

Unterordnung
Arminoiden

Nur wenige Arten kommen in unseren Meeren vor. Unter ihnen können wir bei der Gattung *Arminia* keinerlei Körperanhänge bemerken; was bei dem Tier vorn ist, erkennt man nur an den Riechfühlern. *Armina maculata* (GL bis 10 cm), die im Mittelmeer und an der portugiesischen Küste vorkommt, hat als einzige der fünf europäischen Arten flache Warzen am Rücken. Bei allen Arten dagegen sind zwischen Mantel und Fuß auf beiden Seiten zahlreiche blattförmige Atemorgane ausgebildet. Diese Schnecken leben auf tieferen Schlammböden und ernähren sich wahrscheinlich von Korallen. Dagegen verzehren die bedeutend kleineren *Janolus hyalinus* (GL 5–10 mm)

und *Antiopella cristata* (GL 30 mm) wahrscheinlich Hydrozoen (s. Band I). Mit ihrem Kranz von Rückenanhängen rund um den Mantel heben sie sich gut von anderen Arten ab. An unseren west- und südeuropäischen Küsten sind sie nur gelegentlich vertreten. Die nordatlantische *Hero formosa* (Abb. 6, S. 103) besitzt am Rücken kurz verzweigte Anhänge, die aber im Gegensatz zu den Rückentaschen bei *Hancockia* (s. S. 132) und den nachfolgend geschilderten Fadenschnecken die Kapseln der erbeuteten Nesseltiere nicht speichern.

Unterordnung Fadenschnecken

Die FADENSCHNECKEN (Unterordnung Aeolidioidei) sind durch zahlreiche keulen- bis fadenförmige Rückenanhänge gekennzeichnet. Rückenanhänge meist mehrreihig angeordnet oder in Büscheln stehend, mit Taschen zur Speicherung von Nesseltierkapseln (Cniden). GL meist 5–35 mm. Kopf in der Regel mit zwei Paar Fühlern ohne Scheiden und ohne Stirnsegel; Mitteldarmdrüse verzweigt-paarig, aber rechts kleiner. Augen teilweise erhaben stehend. Dreizehn Familien in drei Überfamilien.

Speichern von Nesselkapseln

Die Fadenschnecken ernähren sich fast ausschließlich von verschiedenen Nesseltieren (s. Band I), deren Kapseln sie vorübergehend in Taschen ihrer Rückenanhänge speichern. Hierbei wandern die Nesselkapselzellen unverdaut durch den Darm, werden in den Wandzellen der Rückenhangtaschen aufbewahrt und als unerwünschte Bestandteile der Nahrung von Zeit zu Zeit nach außen entleert – ein Vorgang, der also als eine Art »Ausscheidung« anzusehen ist. Erstaunlich ist es dabei, daß sich die Nesselzellen nicht entladen und demnach den Schnecken keinen Schaden zufügen können. Ähnlich wie bei vielen Furchenfüßern (s. S. 31) und anderen Tiergruppen üben die »Waffen« der Nesseltiere hier also keinerlei Wirkung aus. Auch die Anemonenfische (s. Band V) haben sich ja dem Leben zwischen den Fangarmen von Seeanemonen angepaßt, ohne durch deren Nesselkapseln geschädigt zu werden. Vielleicht verwenden die von Nesseltieren lebenden Weichtiere eine Absonderung, die sie unempfindlich gegen die Nesselkapseln macht und durch die sie sich gleichsam physiologisch tarnen. Es kann auch sein, daß sie eine der Beute angepaßte Schleimabsonderung aus den Vorderdarmdrüsen abgeben, damit sie vor oder während der Nahrungsaufnahme durch dieses Einschleimen nicht als artfremd erkannt und damit nicht gegesselt werden.

Regelmäßig treffen wir in der Algenzone der europäischen Küsten die rötliche LINIENFADENSCHNECKE (*Coryphella lineata*; GL 1–2 cm) und die RÖT-RÜCKIGE FADENSCHNECKE (*Coryphella verrucosa*) aus der Nordsee an. Bei beiden Arten mündet ebenso wie bei den antarktischen NOTAEOLIDIIDEN (Familie Notaeolidiidae) der Enddarm seitlich aus.

Salzgehalt

Die zahlreichen violetten Papillen, die in dreizehn bis vierzehn Reihen zu je drei bis fünf Stück stehen und mit einem gelben Ring unterhalb der Spitze versehen sind, verleihen dem blaßgelben *Eubranchus tricolor* (GL 1–2 cm) ein ebenso auffälliges wie schönes Aussehen. Gewöhnlich finden wir diese Schnecke zusammen mit dem Nesseltier *Obelia dichotoma*, das ihm als Nahrung dient. Eine Unterart dringt auch in Brackwasser vor und lebt dort überwiegend von dem Nesseltier *Cordylophora*. Auch *Tenellia ventilabrum* (GL 7 mm) wandert in Gebiete mit wenig Salzgehalt ein, so in die Ostsee, und findet sich zwischen Algen und Wasserpflanzen. Die noch kleineren Arten *Embletonia pulchra* und *Tergipes despectus* besitzen nur zwei Längs-

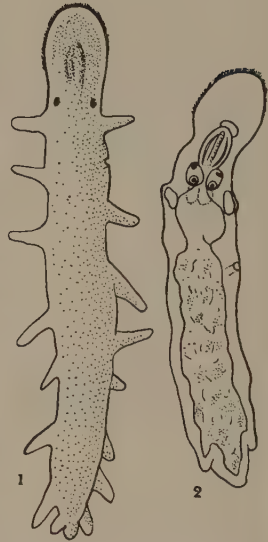
reihen abwechselnder, keulenförmig-großer Anhänger, die bei *Embletonia* lediglich Nesselplatten, aber keine Nesselsäcke enthalten. Diese kleine Schnecke bewohnt Ablagerungsböden und dringt vielfach auch in den Sandlückenraum ein.

Reine Sandlückenbewohner sind die PSEUDOVERMIDEN (Familie Pseudovermidae), von denen wir bisher acht Arten aus dem Mittelmeer und Atlantik sowie zwei aus dem Pazifik kennen. Abweichend von den bisher geschilderten Fadenschnecken besitzen sie weder Fühler noch einen deutlichen Fuß; sie bewegen sich — wie viele andere, kleine Meeresnachtschnecken — mit Hilfe von Wimpern. Auch die Papillen sind nur noch bei den Arten *Pseudovermis papillifer* (GL 2–3 mm) aus der Ägäis und Adria und *Pseudovermis salamandrops* (GL 2–6 mm) aus Brasilien gut sichtbar, obwohl bis über dreizehn Paar ausgebildet sein können. Meist sind die Tiere in der Lage, die mit Nesselsäcken versehenen Anhänge zurückzuziehen, so daß sich ihre Anwesenheit und Zahl oft nur durch genaue Beobachtung feststellen läßt.

Im Gegensatz zu der in ihren Farben sehr veränderlichen *Trinchiesia foliata* (GL kaum 5 mm), die regelmäßig zwischen Algen zu finden ist, sind die Anhänger der VIOLETTEN FADENSCHNECKE (*Flabellina affinis*; GL 1–2 cm) und der ROTKEULIGEN FADENSCHNECKE (*Calmella cavolini*) aus dem Mittelmeer zu gestielten Büscheln angeordnet; diese Büschel können bei der Rotkeuligen Fadenschnecke je nach der Nahrung leuchtend karminrot werden. Ähnlich wirkt sich die Nesselstierkost auch auf *Fiona pinnata* (GL 1–5 cm) aus, die im Atlantik und im Mittelmeer oft auf treibenden Gegenständen lebt. Eine stark abweichende Lebensweise führt *Calma glaucoides* (GL 5–15 mm), die unter Steinen und in der Algenzone der europäischen Küsten nach Fischlaich und nach den Eiern von Tintenschnecken sucht. Dementsprechend sind die Zähne der Raspelzunge hier rückgebildet; in den zahlreichen seitlichen Rückenanhängen finden sich keine Nesselkapseltaschen, außerdem fehlt der Enddarm. Während die Ausmündung des Enddarms bei allen anderen Angehörigen der Überfamilie Flabellinoidea auf dem Rücken liegt, endet der Darm bei *Calma* in einem Blindsack.

Die FADENSCHNECKEN I. E. S. (Überfamilie Aeolidioidea) besitzen neben dem rechts am Rücken mündenden Enddarm stets eine einreihige Raspelzunge. Hierzu gehört die BREITWARZIGE FADENSCHNECKE (*Aeolidia papillosa*; GL 5 bis 12 cm) aus dem Nordatlantik und die häufige BRAUNROSA FADENSCHNECKE (*Facelina drummondi*; Abb. 1, S. 104); die zahlreichen langen und dünnen Anhänge der letzteren Art bedecken den an und für sich farblosen Körper und geben ihm damit die kennzeichnende Färbung. Im Algengebiet der Küsten finden wir die sehr ähnlichen *Hervia peregrina* und *Hervia costai* (GL 1–14 cm), die ausgesprochene Bewohner von Nesselstierkolonien (*Eudendrium ramosum*) sind. Eine besonders aus der Reihe fallende Ernährungsweise hat wiederum *Favorinus branchialis* (GL 10–15 mm) von den europäischen Küsten; diese Schnecke lebt nämlich vom Laich anderer meeresbewohnender Nachtschnecken. Gewöhnlich ist *Favorinus* braun gefärbt. Diese Färbung kann sich aber durch die besondere Nahrung ähnlich ändern, wie es R. H. Haefelfinger bei *Spurilla neapolitana* (GL 2–4 cm; Abb. 2, S. 104) schildert:

»Füttert man zum Beispiel *Spurilla neapolitana* mit ihrer Hauptnahrung,



1 *Pseudovermis papillifer*,
2 *Pseudovermis schulzi*
(beide von oben); Sandlückenbewohner.

der Seeanemone *Aiptasia mutabilis* (von welcher auch die bläulich-irisierende *Berghia coerulescens* lebt), so nimmt die Schnecke schnell deren kennzeichnende gelbe bis olivbraune Farbe an. Ernähren wir sie jedoch mit der roten Pferdeactinie (*Actinia equina*),^{*} so wechselt die Farbe der Schnecke schon wenige Stunden nach Rot. Dieser Vorgang ist umkehrbar, die Farbstoffe werden also nicht fest in die Zellen eingebaut.«

Ein kennzeichnender Bewohner des freien Meeres ist *Glaucus marinus* (GL 1–3 cm; Abb. 5, S. 104) mit seinem flachen, durch langausgezogene Anhängen in drei Büschelpaaren zum Schweben nahe der Wasseroberfläche eingerichteten Körper. Die nach oben gekehrte blauglänzende Bauchseite und der nach unten zeigende farblose Rücken sind Anpassungen an diesen Lebensraum. *Glaucus* kann auch Gase oder Luft zum Auftrieb benutzen. Als Hochseetier ist *Glaucus* wie die Veilchenschnecke (s. S. 78) oder die Beilschnecke (s. S. 132) auf eine entsprechende Nahrung angewiesen, also auf Segelquallen, Staatsquallen und andere frei schwimmende Nesseltiere. Selbst die Fortpflanzung ist dem Leben in der Hochsee angepaßt, denn *Glaucus* legt seine spiraligen Laichschnüre auf dem Gerüst abgeessener Segelquallen ab. In engster Gemeinschaft sind somit die Veilchenschnecken und die *Glaucus*-Arten mit Segelquallen vereint und bilden silbrigblaue dahintreibende Schwärme — eine »Blaue Flotte«, wie W. Ankel es ausdrückt.

Betrachten wir abschließend noch einmal die Entwicklung der zuletzt geschilderten Schneckengruppen, so sehen wir, daß sie für gewöhnlich — ähnlich wie die Kopfschildschnecken (s. S. 94) — Schwimmlarven vom Veligertypus ausbilden. Diese Schwimmlarven haben eine spiralgige Embryonalschale und vielfach auch noch einen Gehäusedeckel. Viele Fadenkiemer weichen davon ab; ihre Larven besitzen eiförmig-aufgeblasene Larvenschalen. Einige Arten unterdrücken im Laufe ihrer Embryonalzeit die frei schwimmende Entwicklungsstufe, sie machen wie *Rhodope* unter den Hinteratmern, *Acteonia corrugata* unter den Schlundsackschnecken oder *Dendrodoris limbata* unter den Sternschnecken eine direkte Entwicklung durch.

Sechstes Kapitel

Grabfüßer und Muscheln

In einem naturwissenschaftlichen Lexikon aus dem Jahre 1751 werden verschiedene Formen einer eigenartigen Tiergruppe beschrieben, die man »Dentalia oder Entalia, Zahnschnecken« nannte: »Diese sind länglichte, gestreifte, und an beyden Enden stumpfe Röhrlein: jene aber etwas länger, und an einem Ende zugespitzte Röhren, welche einige für Zähne gewisser Fische gehalten, und deswegen ihnen solche Namen gegeben haben. Allein es sind keine Zähne, sondern dergleichen Röhrlein und Muscheln, worinnen gemeinlich ein Wurm von solcher Grösse gefunden wird.«

Diese »Zahnschnecken« bilden innerhalb des großen Unterstammes der Schalenweichtiere eine eigene, sehr einheitliche Klasse; wir nennen sie heute GRABFÜSSER, RÖHRENSCHALER oder KAHNFÜSSER (Scaphopoda). SL 2 mm bis 15 cm. Zweiseitig-symmetrisch (bilateralsymmetrisch); Körper gestreckt. Mantel zweilappig, an der Bauchseite verwachsen, so daß eine Röhre mit offenen Enden entsteht; Schale ebenso gestaltet. Kopf besteht nur aus rüsselartigem Mundkegel, am Grunde beiderseits mit einem Höcker (Tentakelschild), dem zahlreiche Fangfäden (Captacula) entspringen; Augen und eigentliche Fühler fehlen. Durch Flüssigkeitsdruck schwellbarer Grabfuß ohne Kriechsohle (s. S. 137), zusammen mit Organen des Mantelrandes an der Bauchseite nach vorn verlagert; Kiemen fehlen. Vom Mantel zum Fuß zieht nur ein Paar Muskelstränge. Herz ohne Vorhöfe und Gefäße, Herzbeutel klein. Raspelzunge (Radula) fünfzählig, unter ihr ein nicht ausstülpbares Geschmacksorgan (Subradularorgan); Muskelmagen mit zwei gelappten Mitteldarmdrüsen; Enddarm kurz mit Anhangdrüse (Rektaldrüse, Bedeutung unbekannt). Nieren gelappt, einfach gebaut, stehen nicht mit dem Herzbeutel in Verbindung, münden hinter dem Enddarm in die Mantelhöhle. Getrenntgeschlechtlich; Keimdrüse unpaar, stark gelappt, gewöhnlich ohne Ausführgang (s. S. 138). Zwei Familien: 1. Elefantenzähne (Dentaliidae, s. S. 138), 2. Siphonodentaliidae (s. S. 138); zusammen etwa 350 Arten.

In ihrem Körperbau sind die Grabfüßer in mancherlei Hinsicht vereinfachte Schalenweichtiere: einseitig angepaßt und wenig rege, ohne Kiemen, ihr Kreislaufsystem ist rückgebildet. Indem sie den stempelförmigen Fuß weit vorstrecken und tief in den Bodengrund treiben, dann durch Anschwellen verankern und den Körper mit dem Fußmuskelpaar nachziehen, graben sich die Tiere schräg in Sand oder sandähnlichen Schlamm ein, bis nur noch ihre hintere Schalen spitze zum Gasaustausch aus dem Boden ragt (vgl. Schildfüßer,

Klasse
Grabfüßer
von L. v. Salvini-Plawen

Zoologische
Stichworte



Cadulus jeffreysi (s. S. 143).

Schnecken und Muscheln mit Atemröhren, s. S. 34, 85 und 145). Die zahlreichen Fangfäden — bei manchen Arten sind es jederseits 130 — stehen in zwei Büscheln und haben keulenförmig verdickte Enden. Zur Nahrungssuche werden die Fangfäden weit in die wassergefüllten Lücken hinein ausgestreckt, die sich zwischen den locker liegenden Bodenteilchen befinden. In diesen winzigen Hohlräumen lebt eine erstaunlich mannigfaltige Lebensgemeinschaft von kleinsten Pflanzen und Tieren, die sogenannte Sandlückenflora und -fauna, so daß hier die Grabfüßer genügend Nahrung finden. Vor allem Lochschalentiere (Foraminifera, s. Band I), Kieselalgen (Diatomeen) und andere Einzeller sind ihre Beute. Sie werden mit Hilfe von Klebdrüsen ergriffen und von den Fangfäden dem Mundkegel zugeführt; zudem schafft ein Flimmerstrom die Nahrung zum Mund. Ist ein Standort im Boden leergefressen, so verläßt das Tier diesen Platz und gräbt sich an einer anderen Stelle erneut ein.

Die Raspelzunge (Radula) im Schlund kann nicht vorgestülpt werden, sondern dient zusammen mit ihrer paarigen Stützvorrichtung als Quetschgerät. An diese Aufgabe ist vor allem die Form der ersten beiden Seitenzähne der Reibplatte angepaßt. Bevor die Nahrung zerquetscht und in den Darm weiterbefördert wird, prüft das Sinnesorgan unter der Raspelzunge (s. S. 136) deren Genießbarkeit.

Ihrer besonderen Lebens- und Ernährungsweise entspricht der in den zoologischen Stichworten (s. S. 136) kurz geschilderte Körperbau der Grabfüßer. Ihr dient vor allem die Ausbildung des Fußes als Grabwerkzeug und seine Verlagerung ganz ans Vorderende; ebenso nach vorn verlagert sind die Sinnesorgane des Mantelrandes. Das Geruchsorgan (Osphradium), das eigentlich zur Kiemengegend gehört, liegt bei den Grabfüßern an der Fußwurzel etwa in der Körpermitte. Dort münden auch der Enddarm und die Ausführgänge der Nieren. Infolge dieser Verlagerung des Fußes ist die eigentliche Körperachse (vom Mund zum After) gegenüber der ursprünglichen, durch die Schale gekennzeichneten Achse um zwanzig bis dreißig Winkelgrade verschoben. Aus der Larvenentwicklung der Grabfüßer wissen wir nämlich, daß der Mantel und die vorn wie hinten offene Schale als einzige ihre ursprüngliche Achse beibehalten.

Schon bei der Larve verwachsen die bauchseitigen (ventralen) Mantelränder und damit auch die Schalenränder miteinander; dabei bleibt ein von vorn nach hinten durchgehender Mantelraum frei. Bei einigen Arten ist diese Verwachsung nur unvollkommen. So besitzen zahlreiche Formen im hinteren Teil der Schalenunterseite Kerben oder kurze Schlitz, die offen geblieben sind. *Fissidentulum plurifissuratum* (SL über 6 cm) trägt an dieser Stelle eine Lochreihe; bei der westindischen Art *Fustiaria stenochizum* (SL 35 mm) klafft dort ein langer Spalt.

Der Atmung der Grabfüßer dient ihre gesamte, mit Wimpern besetzte Mantelinnenfläche. Das Atemwasser wird mit Hilfe von Wimperbewegungen durch die hintere Mantelöffnung eingesaugt und — zusammen mit Darm- und Nierenausscheidungen — auf dem gleichen Wege wieder ausgestoßen. Eigenartigerweise steht der Blutraum der Körperhöhle durch je eine Öffnung beiderseits des Afters mit dem Mantelraum und dadurch auch mit der Außenwelt in Verbindung.



Die erste Querreihe der Raspelzunge.



Schalen von 1 *Fissidentulum plurifissuratum*, 2 *Fustiaria stenochizum*.

Als Besonderheit besitzen alle Grabfüßer eine unpaare, eingeschlechtliche Keimdrüse, die gewöhnlich ohne Ausführungsgang im hinteren Drittel des Körpers liegt; nur während der Geschlechtsreife tritt sie mit der rechten Niere in Verbindung, deren Wandung wird durchbrochen, die Geschlechtszellen werden in den Nierenhohlraum entleert und gelangen von dort durch den Nierengang in den Mantelraum und von da ins Freie.

Die frei im Wasser befruchteten Eier entwickeln sich zu einer Schwimm-Larve. Wie beim Warzigen Furchenfuß (s. S. 32) ist diese Larve zunächst eine Übergangsform zwischen Hüllglocken- und Wimperkranz-(Trochophora)-Larve (s. S. 23; Abb. 5 u. 6, S. 26); später bildet sie aber ein schirmartiges Wimperorgan am Vorderende aus. Die Anlage des paarigen Mantellappens zeigt, wie die erhaltengebliebene Symmetrie und die Eigenart des Nervensystems der Grabfüßer, große Ähnlichkeit mit den Muscheln. Erst später umhüllen der Mantel und die von ihm abgeschiedene dreischichtige Schale röhrenförmig das Tier; die Schale wird im Laufe des Wachstums durch neue einander überlappende Röhrenabschnitte nach vorn verlängert und gleichzeitig erweitert. Beim Elefantenzahn (*Dentalium*) entsteht der dreiteilig angelegte Fuß schon früh als Beule am Vorderrand des Tieres. Doch erst mit dem Abwerfen oder Einschmelzen ihres Schwebeorgans sinkt die Larve zu Boden und beginnt hier ihre grabende Lebensweise.

Die beiden Familien der Grabfüßer unterscheiden sich durch Merkmale des Grabfußes und der Raspelzunge. Unser GEMEINER ELEFANTENZAHN (*Dentalium vulgare*; SL 6 cm; Abb. 1, S. 139 u. Abb. S. 65/66) vertritt die Familie der ELEFANTENZÄHNE (Dentaliidae); er hat wie seine Verwandten langgestreckte, nach hinten sich verjüngende Schalen, deren Enden abgeworfen und wieder neugebildet werden können. Durch die verschiedensten Längsrippen, Ringe, Gitterungen oder andere erhabene Oberflächenmuster sind die einzelnen Arten dieser Familie meist gut zu unterscheiden. Der Fuß ist mit zwei großen Seitenlappen neben der Spitze versehen, er kann durch Muskeln verkürzt und zurückgezogen, aber nicht eingestülpt werden. Wie bei der Mehrzahl der Arten ist die Schale des Gemeinen Elefantenzahns weißlich gefärbt; man findet diesen Grabfüßer regelmäßig in den Bodenablagerungen unserer Meere. Eine der wenigen Formen mit kräftiger Färbung ist die drei bis vier Zentimeter große *Fustiaria rubescens* des Mittelmeers; ihre Schale ist purpurrot. Auch das sechs Zentimeter große *Dentalium rectum* (Abb. 2, S. 139) im Ostatlantik besitzt deutliche Farbzeichnungen. *Dentalium entale* (SL 4 cm) im Nordatlantik und *Dentalium dentale* (SL 3 cm) im Mittelmeer sind beide nur wenig vom Gemeinen Elefantenzahn verschieden und wie dieser weißlich gefärbt. *Dentalium dentale* ist einseitig auf die Ernährung mit Lochschalentieren (Foraminifera) eingestellt. Das Tier sammelt jeweils bis zu einem Dutzend dieser hartschaligen Einzeller in der Mundhöhle an; dann zerquetscht und verdaut es seine Beute. Ähnlich einseitige Nahrungsanpassung dürfen wir aber auch für andere Arten annehmen, wenn wir auch noch kaum etwas darüber wissen.

Über die Lebensweise der Angehörigen der zweiten Familie der SIPHONODENTALIIDEN (Siphonodentaliidae) wissen wir noch sehr viel weniger. Ihr Fuß trägt eine endständige Scheibe oder hat eine einfache Spitze ohne Seitenlap-

▷
Grabfüßer:

1. Gemeiner Elefantenzahn (*Dentalium vulgare*, s. S. 138)
2. *Dentalium rectum* (s. S. 138)
3. *Pulsellum lofotense* (s. S. 143)
4. *Siphonodentalium vitreum* (s. S. 143)
5. *Cadulus subfusiformis* (s. S. 143)

Fiederkiemenmuschel:

6. Gemeine Nußmuschel (*Nucula nucleus*, s. S. 148)
7. *Nuculana fragilis* (s. S. 148)
8. *Yoldia limatula* (s. S. 148)

Reihenzähnige Muscheln:

9. Arche Noah (*Arca noae*, s. S. 149)
10. Gemeine Samtmuschel (*Glycimeris glycimeris*, s. S. 150)

▷▷

Schwachzähnige Muscheln:

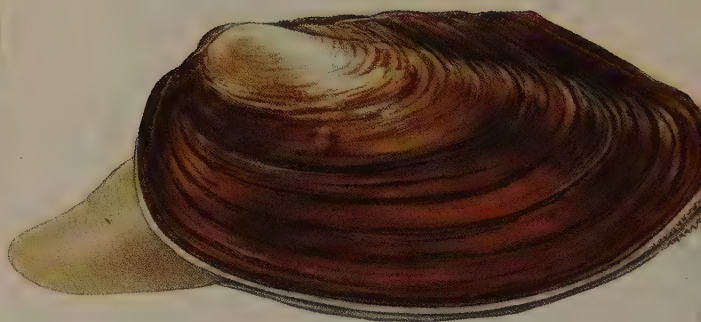
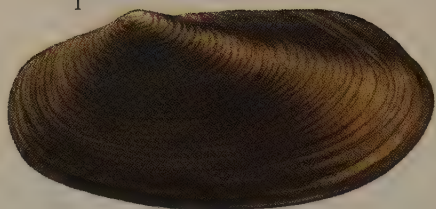
1. Miesmuschel (*Mytilus edulis*, s. S. 151)
2. Bartmuschel (*Modiolus barbatus*, s. S. 151)
3. Steindattel (*Lithophaga mytiloides*, s. S. 152)
4. Hammermuschel (*Malleus malleus*, s. S. 152)
5. Fleckenmuschel (*Musculus marmoratus*, s. S. 152)
6. Große Seepermuschel (*Pinctada margaritifera*, s. S. 152)
7. Steckmuschel (*Pinna nobilis*, s. S. 153, vgl. Abb. S. 162)



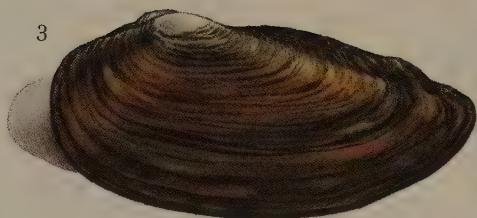




1



3



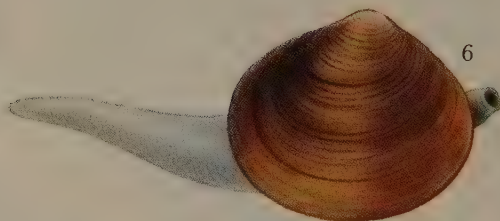
4



5



6



7



8



MILLA

<<

Schwachzahnige Muscheln:

1. Pilgermuschel (*Pecten jacobaeus*, s. S. 154, vgl. Abb. S. 159)
2. Bunte Kammuschel (*Chlamys varius*, s. S. 154)
3. Lazarusklappe (*Spondylus gaederopus*, s. S. 155)
4. Große Feilenmuschel (*Lima inflata*, s. S. 155, vgl. Abb. S. 160)
5. Sattelmuschel (*Anomia ephippium*, s. S. 155)
6. Europäische Auster (*Ostrea edulis*, s. S. 156)
7. Riesenauster (*Crassostrea gigas*, s. S. 157)

<

Gespaltenzahnige Muscheln: Najaden

1. Malermuschel (*Unio pictorum*, s. S. 164)
2. Teichmuschel (*Anodonta cygnaea*, s. S. 164)
3. Flußperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*, s. S. 163)

Wechselzahnige Muscheln:

4. Nordische Astarte (*Astarte borealis*, s. S. 169)
5. Hornfärbige Kugelmuschel (*Sphaerium corneum*, s. S. 169)
6. Große Erbsenmuschel (*Pisidium amnicum*, s. S. 170)
7. Islandmuschel (*Arctica islandica*, s. S. 170)
8. Gemeine Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*, s. S. 171)

Klasse
Muscheln

von L. v. Salvini-Plawen

pen; er kann in diesem Fall als Ganzes in sich eingestülpt werden. Die Milteldarmdrüsen münden beide zusammen durch den linken Gang in den Magen; die Keimdrüse setzt sich auch in den Mantel hinein fort. Die Schalen sind glatt oder nur wenig durch erhabene Streifen gezeichnet; in der Form ähneln sie zum Teil denen der Elefantenzähne — so das blaßrosa bis bläuliche Gehäuse von *Entalina quinquangularis* mit fünfeckigem Querschnitt; junge Tiere der europäischen Art *Pulsellum lofotense* (Abb. 3, S. 139) können sogar in der Schale leicht mit *Dentalium* selbst verwechselt werden. Die meist sehr kleinen Arten der weltweit verbreiteten Gattung *Cadulus* hingegen bilden durchweg mehr oder minder bauchig-spindelförmige Schalen aus. Wie fast alle Grabfüßer sind auch sie auf allen aus Ablagerungen bestehenden Böden (Sedimentböden) bis in große Tiefen in verschiedenen Arten verbreitet. Obwohl sie meist nur zwei bis fünfzehn Millimeter groß sind, fallen die zum Teil recht dünnen Schalen dieser Tiere durch ihre Porzellanfarbe auf und sind deshalb verhältnismäßig leicht zu finden. In unseren Meeren ist diese Gattung durch die einander sehr ähnlichen Arten *Cadulus subfusiformis* (Abb. 5, S. 139) und *Cadulus jeffreysi* (Karte S. 136) vertreten. Körpergestalt und Schalenform lassen die Gattung *Siphonodentalium* mit der nordatlantischen Art *Siphonodentalium vitreum* (SL 10 mm; Abb. 4, S. 139) als Brücke zwischen *Entalina* und *Cadulus* erscheinen.

Schutz bietet den Grabfüßern in erster Linie die Schale, deren Öffnungen durch die Mantelwülste dicht verschlossen werden können. Auch ihre eingegrabene Lebensweise schützt sie weitgehend, denn sie sind manchmal nur schwer zu finden. Trotzdem besitzen die Grabfüßer unter Fischen, Borstenwürmern und Schnecken — vor allem unter den bohrenden Formen — zahlreiche Feinde. Einige von ihnen, wie etwa die Kopfschildschnecke *Scaphander lignarius* (s. S. 98), haben sich sogar auf Grabfüßer als bevorzugte Beutetiere eingestellt. Im allgemeinen werden die Tiere aber doch mehrere Jahre alt; dabei läßt das unbegrenzte Wachstum mitunter recht große Formen entstehen. Von Natur aus große Arten erreichen dann beachtliche Ausmaße, so der größte Grabfüßer überhaupt, *Fissidentalium vernali* aus Südostasien, mit 9 bis 13,5 Zentimeter Schalenlänge. Die leeren Schalen werden nicht nur von Einsiedlerkrebsen, Ringelwürmern und Spritzwürmern in Besitz genommen; sie fanden auch gelegentlich als Schmuck und bei den Indianern Nordamerikas sogar als Zahlungsmittel Verwendung.

Mit ihrem zweiseitig-symmetrischen Bau, dem schwellbaren Fuß ohne Kriechsohle und dem ursprünglich zweilappigen, körperlangen Mantel ähnelt den Grabfüßern eine sehr viel bekanntere und formenreichere Gruppe von Schalenweichtieren, die der MUSCHELN (Klasse Bivalvia). Schlundabschnitt und Raspelzunge (*Radula*) fehlen. SL 0,2 bis über 130 cm. Körper meist seitlich abgeflacht, von den nach den Seiten vergrößerten Mantelfalten vollkommen umhüllt und von einer längsgeteilten Schale bedeckt. Fuß nur bei wenigen ursprünglichen Arten flächig, in der Regel als durch Blutdruck schwellbares Graborgan ausgebildet und meist beilförmig (daher der ebenfalls gebräuchliche Name Beilfüßer, *Pelecypoda*). Drüse an der Fußwurzel (Byssusdrüse) sondert klebrige, im Wasser erhärtende Haftfäden (Byssus) ab, die zum

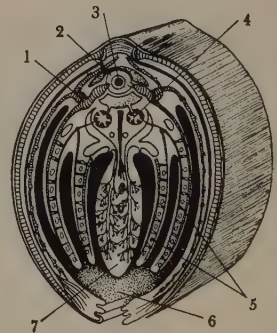
Festheften am Untergrund dienen. Mantelraum beiderseits des Fußes mit einem Paar umgebildeter und vergrößerter Fiederkiemen (Ctenidien). Magen stets mit Fermentstiel (s. S. 145); vom Mantel ziehen null bis sieben (meist ein oder zwei) Paare von Muskelsträngen in den Fuß. Nervensystem ohne auffallende Besonderheiten; je nach Entwicklungshöhe im hinteren Körperabschnitt verschieden stark zusammengefaßt. Vorwiegend getrenntgeschlechtlich; Befruchtung im freien Wasser oder im Mantelraum. In der Regel filternde Ernährungsweise. Bewohner von Meeren oder Binnengewässern. Vier Ordnungen: 1. Fiederkiemer (Protobranchia, s. S. 147), 2. Fadenkiemer (Filibranchia, s. S. 149), 3. Blattkiemer (Eulamellibranchia, s. S. 163), 4. Verwachsenkiemer (Septibranchia, s. S. 185); zusammen etwa zwanzigtausend Arten.

In den Muscheln begegnet uns eine der seltsamsten Tiergruppen. Fast jedem von uns sind sie ein Begriff, fast jeder hat schon Muscheln gesehen. Doch wer kennt und versteht ihren Bau, wer weiß überhaupt mit diesen zweischaligen Weichtieren verständnisvoll etwas anzufangen? Ein Kopfabschnitt ist nicht erkennbar; deshalb kann der Nichtfachmann kaum das Vorn und das Hinten unterscheiden. Zudem erschwert das ausschließliche Vorkommen in Meeren und im Süßwasser das Kennenlernen. Obwohl die meisten Muscheln frei beweglich sind, sieht man sie doch nur sehr selten Lage und Ort verändern, und die mangelnde »Lebendigkeit« selbst zur Paarungszeit wertet die Muscheln in unseren Augen nur zu leicht zu »langweiligen« Tieren ab. Betrachten wir jedoch diese Eigenheiten im Vergleich mit dem Bau und dem Leben der anderen Weichtiergruppen, so werden uns nicht nur die Baueigentümlichkeiten der Muscheln selbst, sondern auch der Ablauf ihrer Entwicklung und ihrer Lebensweise verständlich.

Wie die Textseiten eines Buches von dem schützenden Vorsatzpapier und dem Deckel eingehüllt sind, so ist das eigentliche Muscheltier beidseitig von der flächig stark vergrößerten Mantelfalte und der von ihr abgeschiedenen Schalenklappe bedeckt. Die Aufgabe des verbindenden Buchrückens wird vom unverkalkten Schloßband (Ligament) übernommen, das die beiden Schalenhälften zusammenhält, ohne deren Bewegung gegeneinander zu beeinträchtigen. Zum Öffnen und lückenlosen Aufeinanderpassen der beiden Schalentile sind deren obere Ränder besonders ausgebildet und meist mit Zähnen versehen; durch das Zusammenwirken dieser gegenseitig ungleichen ineinanderpassenden Teile entsteht das »Schloß«, das wie ein Scharnier wirkt. Das feste und dichte Schließen der Muschel wird durch ursprünglich je einen vorderen und hinteren kräftigen Muskel bewirkt. In diesen Schließmuskeln gibt es hierbei eine Teilung der Aufgaben: Die »Arbeitsfasern« (Reaktionsfasern) vermögen sich schnell zusammenzuziehen und die Schale zuzuklappen, die »Sperrfasern« arbeiten langsam und können bei geringem Kräfteverbrauch die Schale wochenlang geschlossen halten. In diesem zweiklappigen Gehäuse befindet sich — meist vollkommen bedeckt — das Muscheltier; bei einer Reihe von Arten allerdings klaffen die Schalen an einer Stelle zum Durchtritt der Ein- und Ausströmröhre (Siphonen, s. S. 145) auseinander.

Ihre Lebensweise macht es verständlich, daß die Muscheln im Verlauf ihrer Stammesgeschichte den gesamten Schlundabschnitt samt der Raspelzunge verloren haben. Die meisten Arten ernähren sich nämlich als Filterer von Kleinst-

Muschel-
merkmale



Anatomie der Muscheln (Teichmuschel) im Querschnitt: 1 Herzvorhof, 2 Herzkammer, 3 inneres Keimblatt (Endoderm), 4 Niere, 5 Kiemenblätter, 6 Mantel-(Pallial-)Raum 7 Fuß mit Darm und Keimdrüsen (angeschnitten).

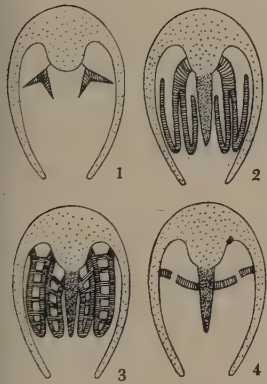
Siphonen

lebewesen, die mit dem Atemstrom eingesaugt werden. Das verbrauchte Atemwasser wird schließlich zusammen mit den Stoffwechselabfällen wieder abgegeben. Einstöm- und Ausströmöffnung befinden sich bei diesen Muscheln im hintersten Körperabschnitt; häufig sind diese Öffnungen – ähnlich wie bei manchen Schnecken (s. S. 85) – zu langen Rohren, den Siphonen, ausgezogen, die entweder getrennt oder aber auch zu einer Doppelröhre vereint vom Körper abstehen.

Am Schloßrand ist der älteste Teil der Schale zu erkennen, der sogenannte Wirbel (Umbo), der oft kegelförmig erhöht ist. Von ihm aus bilden sich während des Größenwachstums mehr oder minder ringförmige (konzentrische) »Zuwachsstreifen«. An einer leeren Muschel, wie wir sie häufig am Strand oder am Ufer von Binnengewässern finden, können wir neben Schloß, Wirbel, Zuwachsstreifen und den Eindrücken der Schließmuskeln manchmal auch die drei Schalenschichten »ablesen«, wenn sowohl die ledrigfaserige äußere Hüllschicht (Periostracum) wie auch die Perlmutter-schicht ausgebildet sind. Die Perlmutter-schicht gibt Anlaß zu einer genaueren Betrachtung (s. S. 152), da sie den wichtigsten Bestandteil unserer Schmuckperlen darstellt.

Fuß (s. Zool. Stichworte, S. 143) und Mantelhöhle sind in sehr kennzeichnender Weise umgebildet. Die Atmungsorgane weichen in ihrem Bau erheblich von denen der übrigen Weichtiere ab. Sie sind nur noch bei den ursprünglicheren Fiederkiemern (s. S. 147) als richtige Fiederkiemen (Ctenidien) ausgebildet. Die große Mehrheit der Muscheln besitzt entweder sogenannte Fadenkiemen (Filibranchien, s. S. 149), bei denen die einzelnen Blättchen (Lamellen) zu langen, teils nach außen umgebogenen Fäden ausgezogen sind, oder aber sogenannte Netz- oder Blattkiemen (Eulamellibranchien, s. S. 163), deren Fadenschenkel zusätzlich untereinander und mit den benachbarten Blättchen verwachsen sind. Diese beidseitige, scheinbar verdoppelte Kieme ist bei den Blattkiemern zudem an den umgebogenen Fadenspitzen mit der angrenzenden Oberfläche des Mantels beziehungsweise des Fußes verbunden oder verwachsen. So teilen die Kiemen einen oberen Raum ab, der das abfließende Wasser aufnimmt und zur Ausströmöffnung weiterleitet. Auf diese Weise wird durch den Schlag von Millionen Wimpern, die den ganzen Mantelraum auskleiden, das Atemwasser mit den darin enthaltenen Nahrungsteilchen in den äußeren Mantelraum eingestrudelt und zwischen den netzartigen Kiemenspalten hindurchgepreßt. Dabei bleiben die Nährstoffe an der äußeren Kiemenfläche hängen und werden dann in Schleimsträngen zur Mundöffnung verfrachtet, die von vier Mundlappen umgeben ist. Das im oberen Mantelraum abfließende Wasser aber spült die Abfallstoffe der hier einmündenden beiden Nierenöffnungen und des Afters mit sich fort.

Als Anpassung an ihre Ernährung von Kleinstlebewesen besitzen alle Muscheln in einem abgeteilten Magenfach einen besonderen Fermentstiel, wie er auch bei etlichen Schnecken und Napfschalern vorkommt (s. S. 47 u. 69). Die drehende Bewegung dieses Stieles verteilt die zur Verdauung nötigen Wirkstoffe nach allen Seiten im Magen. Gleichzeitig werden die feinen Nahrungsteilchen von den meist größeren Sandkörnern getrennt, die mit dem Nahrungsstrom in den Magen gestrudelt wurden. Die feinen Teilchen gelangen dann mit den Wirkstoffen zur Verdauung in die beiden Mitteldarmdrüsen;



Kiementypen: 1 Fiederkiemer, 2 Fadenkiemer, 3 Blattkiemer, 4 Verwachsenkiemer.

die größeren aber werden zusammen mit Drüsenkot und Schleim in den Mitteldarm und von da zum After weiterbefördert.

Wie bei allen Schalenweichtieren liegt das paarige Schweresinnesorgan im Fuß eingebettet. Da kein wirklicher Kopfabschnitt vorhanden ist, hat der mit der Außenwelt in Verbindung stehende Mantelrand dessen Aufgaben übernommen; er trägt eine große Zahl von Sinneszellen und nicht selten auch Augen. Oft ist dieser »Sinnessaum« in zahlreiche Fühlarme (Tentakel) oder Lappen ausgezogen, die sich auch an den Rändern der Ein- und Ausströmöffnungen häufen. Ein besonderer Mantelnerv nimmt die Reize der Sinneszellen und -organe auf und leitet sie größtenteils zum hinteren Sinnesknoten (Visceralganglion). Dieser paarige Knoten empfängt auch die Sinnesreize der Kiemen und des an deren Grunde liegenden Sinnesorgans (Osphradium).

Die bei vielen Arten ausgebildeten Augen sind sehr verschieden gebaut: Wir treffen einfache, mit Farbstoff- und wenigen Lichtsinneszellen ausgekleidete Gruben (Grubenaugen), zusammengesetzte Organe — ähnlich den Komplexaugen der Gliederfüßer (s. S. 150) — aus 70 bis 250 Sehzellen, aber auch sehr hoch entwickelte Augen mit zwei hintereinanderliegenden Netzhautschichten, so bei den Kammuscheln (s. S. 153). Doch selbst augenlose Muscheln sind in der Lage, Lichteindrücke wahrzunehmen und Bewegungen zu erkennen. So wie wir mit Hilfe unseres Tastsinnes die Bewegung eines Fingers auf unserer Haut spüren, hat auch die Muschel Reizempfindungen, wenn Licht über ihre Mantelhaut hinweggleitet (vgl. S. 165).

Bau der Augen

Muscheln sind meist getrenntgeschlechtlich. Ihre Keimdrüsen befinden sich in der Regel vor oder unterhalb des Herzbeutels im vorderen Körperabschnitt; sie sind gewöhnlich in zahlreiche Lappen oder Schläuche aufgeteilt und haben eine einfache Ausmündung in den oberen Mantelraum. Da weder Samenblasen noch sonstige Hilfseinrichtungen ausgebildet sind, gelangen die Geschlechtszellen mit dem ausströmenden Wasser unmittelbar ins Freie. Bei zahlreichen Arten werden die Nachkommen durch besondere Bruteinrichtungen geschützt; meist werden die Eier frei im Wasser befruchtet. Fast immer folgt zunächst eine Larvenentwicklung. Die Embryonen der ursprünglicheren Fiederkiemer sind oval und entwickeln sich innerhalb einer bewimperten, häutigen Zellhülle. Diese Hüllglockenlarve (Abb. S. 26) wurde — wie unter anderen P. Chanley ausführt — in zwei stammesgeschichtlichen Entwicklungslinien abgewandelt: In der einen, der »Trochophora-Veliger-Linie«, ist die Hüllglocke zu einem »Segel« (Velum) umgebildet; in der anderen dagegen, der »Glochidium-Lasidium-Linie«, ist sie verlorengegangen oder rückgebildet. Die Glochidium- und Lasidiumlarven (s. S. 165 u. 166) sind abgeleitete und stark abgewandelte Schmarotzerformen der Süßwassermuscheln. Dagegen bilden Wimperkranz-(Trochophora-) und Segel-(Veliger-)Larven (s. S. 23) bei allen anderen Muscheln die vorherrschende Form.

Die Larven

Durch ihre Filtertätigkeit säubern die Muscheln das Wasser von Sink- und Abfallstoffen. Diese bedeutende und auch für Menschen lebenswichtige Rolle der Muscheln als »Gesundheitspolizei« wird erst so richtig erkennbar, wenn wir uns vergegenwärtigen, in welcher ungeheuren Anzahl die Muscheln oft den Boden von Binnengewässern oder Meeresteilen bedecken (vgl. auch S. 166). Einen erheblichen Anteil haben die Muscheln an der menschlichen Ernährung;

ihre Bedeutung für die Schmuckindustrie ist bekannt: Die Austernzucht, die Perlenfischerei und die künstliche Perlenzucht sind in manchen Ländern wichtige Wirtschaftszweige.

Muscheln
im Volksglauben

Neben dem »Nutzen« fügen die Muscheln dem Menschen aber auch »Schaden« zu: Im Süßwasser können schmarotzende Muschellarven manchmal die Fischbestände schwächen (vgl. S. 166); verschiedene Bohrmuscheln sind in der Lage, hölzerne Hafenanlagen und Schiffsböden zu zerstören (vgl. S. 183). Auch im Volksglauben spielen die Muscheln mancherorts — wenn auch verkannt — seit langem eine Rolle. Erich Thenius berichtet, daß in den Triaskalken der Alpen, so in den Südtiroler Dolomiten und im Dachsteingebiet, an der Gesteinsoberfläche nicht selten eigenartige herzförmige Gebilde herauswittern, die entfernt an Rinderfährten erinnern. »Sie finden sich meist in großer Zahl, bedecken oft ganz Schichtflächen und erreichen manchmal einen Durchmesser von etlichen Dezimetern. Es sind dies Überreste der nach ihrem Hauptvorkommen im Dachsteingebiet benannten Dachsteinmuscheln oder Megalodonten, die für die jüngere Triaszeit sehr charakteristisch sind. Sie sind oft als Steinkerne erhalten, deren Querschnitt jeweils etwas nach Größe und Form verschieden sind. Von den Almhirten werden diese Fossilien meist als »versteinerte Kuhtritte« bezeichnet, doch trifft man stellenweise noch auf die alte Deutung dieser Fossilien, nämlich als die Spuren der wilden Jagd, die über diese Stellen gebraust ist. Es handelt sich um Vorstellungen, die zeitlich weit über die Einführung des Christentums zurückreichen.«

Die systematische Gliederung der Muscheln gründet sich vor allem auf diejenigen Merkmale, die für die ganze Tierklasse kennzeichnend sind (s. S. 143): die Kiemen, das Schloß und die Muskulatur. Trotzdem kann die bestehende Einteilung nicht voll zufriedenstellen, da sich die einzelnen Verwandtschaftsgruppen in den verschiedenen Merkmalen überschneiden. So werden mehrere Systemgliederungen nebeneinander verwendet; jedes von ihnen hat seine Vor- und Nachteile (vgl. S. 151 u. 185). Wir folgen in der Einteilung dem Bau der Kiemen, die ein leichteres Erfassen und eine an nur einem Merkmal durchgeführte Übersicht ermöglicht. Die Gruppierung in Fiederkiemer, Fadenkiemer, Blattkiemer und Verwachsenkiemer (wobei den Fiederkiemern eine Sonderstellung zukommt, s. unten) wird auch durch die Fossilfunde unterstützt; danach kann man die Muscheln je nach der Schloßentwicklung in zwei Formengruppen einteilen: die reihige (ctenodonte) Zahn-anordnung zeichnet die Fiederkiemer aus, während die strahlenförmige (actinodonte, ursprünglich radiäre) Zahn-anordnung der fossilen Formen, wie *Babinka*, *Lyrodesma* und anderer (vgl. S. 27), den Ausgangspunkt für die Schloßbildung aller übrigen Muscheln (zumindest aber der Lucinacea und Leptonacea innerhalb der Wechselzahnigen Muscheln, s. S. 172) darstellt. Eine weitere Stütze für die Sonderstellung der Fiederkiemer unter den übrigen Ordnungen der Muscheln ergibt sich, wie wir sehen werden, besonders auch aus den Vorgängen der Entwicklung.

Ordnung
Fiederkiemer

Die FIEDERKIEMER (Ordnung Protobranchia) sind altertümliche Formen mit echten Fiederkiemen. Schloßrand meist mit zahlreichen, mehr oder minder gleichartigen Zähnen. Beide Schließmuskeln vorhanden und meist gleich stark. Mit oder ohne Ein- und Ausströmröhre (Siphonen, s. S. 145). Mit Hüllglocken-

larven (s. S. 23 u. 146). Vier Familien, darunter 1. Nuculidae, 2. Solemyidae, 3. Nuculanidae; zusammen etwa fünfhundert Arten.

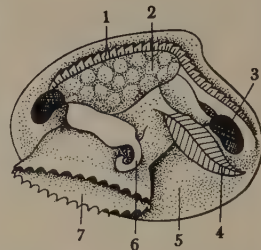
Die Fiederkiemer sind die ursprünglichsten Vertreter der heute lebenden Muscheln überhaupt. Ihr Körperbau ist in mancher Hinsicht sehr aufschlußreich und erleichtert uns das Verständnis der abgeleiteten Weichtiernatur der Muscheln. Betrachten wir beispielsweise die GEMEINE NUSSMUSCHEL (*Nucula nucleus*; Abb. 6, S. 139), die nur wenig über einen Zentimeter groß und an den europäischen Küsten von der Nordsee bis zur Ägäis heimisch ist: Ihre Mundlappen sind auffallend verlängert; zur Nahrungsaufnahme streckt das Tier diese tentakelartigen Fortsätze aus der Schale hervor und kehrt mit ihnen die erreichbaren Einzeller und Algen, aber auch organischen Abfall (Detritus) vom Boden auf. Die Nahrungsteilchen werden schließlich in einer Wimperrinne wie auf einem Förderband der Mundöffnung zugeführt. Diese Ernährungsweise ist weit weniger hoch entwickelt als die der übrigen Muscheln; sie kommt auch allen näheren Verwandten der Nußmuschel zu, die wir als NUCULIDEN (Familie Nuculidae) zusammenfassen. Die Nußmuscheln sind schon im Devon (vor 380 bis 320 Millionen Jahren) vertreten.

Das Paar Fiederkiemen (s. S. 144), das alle Angehörigen dieser Ordnung — wie die Mehrzahl der bisher behandelten Weichtiere — noch besitzen, ist gleich den Kiemen der meisten anderen Muscheln in die Nahrungsaufnahme eingeschaltet — bei den Nußmuscheln und den zahnlosen SOLEMYIDEN (Solemyidae) allerdings nur als »Nebenerwerb«; das bei ihnen vorn einströmende Wasser wird nämlich schon vor dem Durchtritt durch die Kiemen nach Nahrungsteilchen abgefiltert. Die übrigen Fiederkiemer (vgl. z. B. *Nuculana fragilis*; Abb. 7, S. 139) sind in ihrer Ernährungsweise schon weitaus »moderner«, sie haben für die Wasserströme Ein- und Ausfuhrhöhlen (Siphonen) entwickelt. Zu diesen »fortschrittlichen« Formen gehören auch die gelbliche, im Mittelmeer und Atlantik heimische *Nuculana pella* sowie *Yoldia limatula* (Abb. 8, S. 139), die sich wie die Nußmuscheln über eine Hüllglockenlarve entwickelt (Abb. S. 26).

Bei der drei bis vier Zentimeter großen *Solemya togata* ist sehr deutlich die bräunliche oberste Schalenschicht (Periostracum) zu erkennen, die die dünne Schale am Unterrand überragt. Eine besondere Berühmtheit hat die nordische *Yoldia arctica* erlangt. Nach ihr wurde nämlich das »Yoldiameer« benannt, der Vorläufer der Ostsee. Beim Durchbruch des baltischen Eissee am Ende der letzten Eiszeit (vor etwa zwölftausend bis zehntausend Jahren) wanderten mit dem Salzwasser auch Meerestiere in dieses Becken ein, darunter beispielsweise die Art *Yoldia arctica*, die sich sehr stark entwickelte und zu einem besonders auffälligen Bestandteil der Tierwelt in dem neu entstandenen Meer wurde.

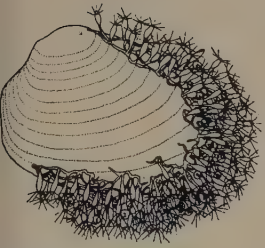
Ein weiterer altertümlicher Zug der Fiederkiemer ist die kennzeichnende Ausbildung des Schlosses mit seinen meist zahlreichen, annähernd gleichförmigen Zähnen. Alle Fiederkiemer besitzen einen breitflächigen Fuß, der stark an die Kriechsohle der Käferschnecken und Schnecken erinnert; sie bewegen sich jedoch bereits ganz nach Art der meisten Muscheln: Der Fuß wird vorgestreckt und gräbt sich dabei in den Boden ein, dann schwillt er mit Hilfe von Blutdruck an und verankert sich so; schließlich wird der

Die Gemeine Nußmuschel



Anatomie der Nußmuscheln: 1 Schalenschloß, 2 Keimdrüse, 3 Schließmuskel, 4 Fiederkiemen (Ctenidie), 5 Mantel-(Pal-)Raum, 6 Mundlappen, 7 Fuß.

Das »Yoldiameer«



Streifen-Nußmuschel mit angehefteten (epizoischen) Polypen von *Neoturris pileata*.

Körper nachgezogen. Die Lebensweise dieser Muscheln — sie graben sich in feine Bodenablagerungen des Meeres ein — begünstigt die Besiedelung ihrer Schalenoberfläche durch manche andere Tiere. So findet man an den Nußmuscheln in Tiefen unter fünfzig Meter oft alle möglichen »Mitesser« (Kommensalen), vor allem Kolonien von Nesseltieren (s. Band I), so auf der STREIFEN-NUSSMUSCHEL (*Nucula sulcata*) des Nordatlantik.

Auch die Larvenentwicklung der Fiederkiemer bestätigt ihre Sonderstellung als urtümliche Gruppe. Wie bei den Furchenfüßern (Solenogastres, s. S. 32) wird der Embryo innerhalb einer großzelligen Hülle angelegt. Diese Hüllglockenlarve (Abb. S. 26) ist das frei schwimmende Stadium. Im Verlaufe der weiteren Entwicklung wird, bevor sich die Larven zum erwachsenen Tier umwandeln, die Hüllglocke abgeworfen. So vermitteln die Fiederkiemer nicht nur in ihrem allgemeinen Körperbau, sondern auch in ihrer Larvenentwicklung eine Vorstellung davon, was für Formen am Beginn der stammesgeschichtlichen Abwandlungen aller übrigen Muscheln gestanden haben mögen.

Ordnung Fadenkiemer

Die KIEMENBLÄTTER der meisten FADENKIEMER (Ordnung Filibranchia) sind zu langen Fäden ausgezogen (Ausnahmen: Feilenmuscheln und Austern), die an der Seite nach oben umgebogen sein können. Schloß verschiedengestaltig; vorderer Schließmuskel in der Regel verkleinert oder fehlend. Stets ohne Ein- und Ausströmröhre. Zwei Unterordnungen: 1. Reihenzähnige Muscheln (Taxodonta), 2. Schwachzähnige Muscheln (Leptodonta; s. S. 150); zusammen etwa 2200 Arten.

Unterordnung Reihenzähnige Muscheln

Die REIHENZÄHNIGEN MUSCHELN (Taxodonta) tragen meist zahlreiche, mehr oder minder gleichartige Zähne am Schloß. Schale in der Regel gleichklappig; nicht perlmutterig. Vier Familien, darunter 1. Archenmuscheln (Arcidae), 2. Samtmuscheln (Glycimeridae), 3. Limopsidae; zusammen etwa vierhundert Arten.

Die ARCHENMUSCHELN (Familie Arcidae) sind fossil schon aus dem Kambrium (vor 500 bis 450 Millionen Jahren) bekannt. Ähnlich wie die Fiederkiemer weisen sie noch mehrere ursprüngliche Eigenheiten auf. So sind bei ihnen die beiden Schließmuskeln noch völlig gleich groß. Von der überwiegenden Mehrzahl der Muscheln unterscheidet sich die Archenmuschel dadurch, daß ihr Schloß mehr oder minder gleichartige, meist zahlreiche Zähne trägt. Dieser Schloßbau erinnert an die kammzahnigen (ctenodonten) Fiederkiemer; wie wir von den fossilen Formen her wissen, ist diese Zahnanordnung bei den Archenmuscheln aber eine nachträgliche Abänderung, sie hat ihren Ursprung in strahlenförmig (radiär) stehenden Zähnen. Man nennt diesen Schloßbau deshalb »pseudectenodont« (vom griechischen ψεύδος = Täuschung). Die Schalen sind breit gestreckt und meist gerippt; sie tragen eine haarige oder schuppige Oberschicht (Periostracum), die einer Art, der BÄRTIGEN ARCHENMUSCHEL (*Barbatia barbata*) sogar ihren Namen gab.

Die Arche Noah

Die bekannteste Art ist wohl die ARCHE NOAH (*Arca noae*; SL 6–9 cm; Abb. 9, S. 139) des Mittelmeers. Wegen ihrer Häufigkeit und Größe findet man sie regelmäßig auf Fischmärkten; die einheimische Bevölkerung verzehrt sie roh. Mehr auf Stellen mit starker Wasserbewegung beschränkt ist die bedeutend kleinere MILCHWEISSE ARCHENMUSCHEL (*Striarca lactea*), die

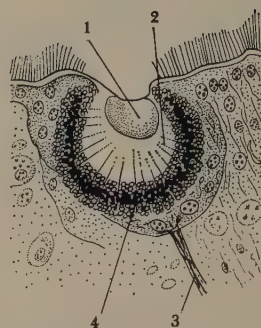
vom Mittelmeer bis zur Nordsee vorkommt und sich oft zu Gruppen vereinigt. Allen Archenmuscheln sind die Fäden aus im Wasser erstarrendem Drüsenstoff (Byssus) gemeinsam, mit denen sich die Tiere an Felsen, an Steinen und sonstigen festen Gegenständen anheften.

Dagegen besitzt die frei bewegliche, meist im Sand vergrabene GEMEINE SAMTMUSCHEL (*Glycimeris glycimeris*; Abb. 10, S. 139) ebenso wie die ECHTE SAMTMUSCHEL (*Glycimeris pilosa*) und alle ihre übrigen Verwandten keine derartige Drüse. Die sechs bis acht Zentimeter großen, fast kreisrunden Schalen der Samtmuschel werden häufig angeschwemmt und bilden so einen Anteil der Muschelsandböden an den Küsten Europas. Wie die Nußmuscheln wird auch die Gemeine Samtmuschel oft von Nesseltierkolonien besiedelt (vgl. S. 149), die die Nähe der Atmungsöffnungen bevorzugen.

Samtmuscheln und Archenmuscheln besitzen Augen. Sie befinden sich, wie meist bei den Muscheln, am Mantelrand, werden hier aber von der obersten Schalenschicht, dem Periostracum, überdeckt. Bei der Arche Noah kann man bis über hundert Augen zählen, von denen jedes aus etwa 250 Einzel-Augen zusammengesetzt ist, ähnlich den Netzaugen (Facettenaugen), wie wir sie von Gliederfüßern (s. Bände I und II) kennen. Außer diesen — für die Weichtiere wirklich einzigartigen — zusammengesetzten Augen besitzt die Arche Noah meist aber noch zwei einfache Grubenaugen am vorderen Mantelrand; sie sind denen der Napfschnecken (*Patella*, s. S. 58) sehr ähnlich. Schließlich besitzen die Archenmuscheln, die Samtmuscheln und andere Vertreter Augen auf den Kiemen: Am ersten Kiemenblatt jeder Seite befindet sich ein Lichtsinnesorgan in Form eines Pigmentbeckers. Diese Becheraugen werden vom Gehirn-Nervenknotten versorgt; daher betrachten sie manche Forscher als »Kopfaugenersatz«. Alle diese Augenbildungen treten bezeichnenderweise nur bei denjenigen Arten auf, die im Bereich des Lichtes vorkommen; die Arten der Tiefsee sind blind, auch wenn sie mit augentragenden Formen sehr nahe verwandt sind.

Die fast symmetrischen Archenmuscheln wie auch die gleichförmig-abgerundeten Samtmuscheln besitzen entsprechend diesem Bau zwei gut ausgebildete Schließmuskeln, wie wir an den Vertiefungen in leeren Schalenklappen erkennen können. (Als »symmetrisch« bezeichnet man Muscheln, deren vordere Schalenhälften den hinteren spiegelbildlich gleichen — unabhängig von der spiegelbildlichen Gleichheit der rechten und der linken Schalenklappe.) Die LIMOPSIDEN (Familie Limopsidae) dagegen haben meist kleine, eiförmig-schiefe Schalen; bei ihnen ist durch Verschiebung der inneren Organe der vordere Schließmuskel stark verkleinert oder völlig verschwunden. So kann man bei *Limopsis aurita*, einer im Atlantischen und im Stillen Ozean weitverbreiteten Tiefenform, an der Schale noch deutlich den stark verkleinerten Abdruck des vorderen Muskels sehen; bei der antarktischen (und kalifornischen?) *Philobrya setosa* aber ist er verschwunden.

Solche Ungleichheiten der Schließmuskeln sind bei den Muscheln weit verbreitet; der nun folgenden Unterordnung der SCHWACHZÄHNIGEN MUSCHELN (Leptodonta) hat diese Eigentümlichkeit den vielfach benutzten Namen »Ungleichmuskler« (Anisomyaria) eingetragen. Schloß meist zahnlos oder mit Sonderbildungen; Schalenklappen häufig ungleich, meist perlmuttrig. Zwölf



Kiemenauge der Fleckenmuschel (s. S. 152): 1 Hornhaut (Cornea), 2 Sekretkörper, 3 Nerv, 4 Netzhaut (Retina).

Unterordnung
Schwachzähne
Muscheln

Familien, die wir zum Teil in Überfamilien zusammenfassen; insgesamt ungefähr achtzehnhundert Arten.

Mehrfache Muskelrückbildung

Unter den Schwachzahnigen Muscheln finden wir — anders als in den bisher besprochenen Gruppen — eine ganze Reihe von Formen, die auch dem Nichtfachmann ein Begriff sind. Hierher gehören nämlich so bekannte Tiere wie Miesmuschel, Perlmuschel, Kammuschel und Auster. Ihre äußerlichen Gemeinsamkeiten sind allerdings gering, sehen wir von der meist gut ausgebildeten inneren Perlmutterschicht ab. Für die Kennzeichnung der Unterordnung sind wir daher auf Übereinstimmungen im Bau angewiesen. Die auffallende Zahnlosigkeit des Schlosses bei den meisten Arten und die Verkleinerung oder gar völlige Rückbildung des vorderen Schließmuskels sind wohl dadurch bedingt, daß diese Muscheln entweder zeitweise (in ihrer Jugend) oder auch dauernd am Untergrund festhaften. »Viele nicht miteinander verwandte Muscheln besitzen ungleiche Muskeln«, sagt Sir C. M. Yonge, »dieser Zustand dürfte jedoch in allen Fällen auf die mit Byssusfäden festhaftende Lebensweise zurückzuführen sein. Während nämlich all die betreffenden Arten keinen gemeinsamen Ursprung gehabt haben dürften, ist die Tatsache weitgehend gesichert, daß der Schwund des vorderen Schließmuskels unabhängig als Parallelentwicklung stets in ziemlich ähnlicher Weise vor sich ging.« Wir sehen also, daß wir in der Verwandtschaftsgliederung der Muscheln noch vor manchen offenen Fragen stehen, die auch durch die Auswertung von Bau und Anordnung der Kiemen nicht völlig klar zu beantworten sind; auch bei den Kiemen muß man nämlich mit Parallelbildungen rechnen.

Schon eine unserer bekanntesten Muscheln, die MIESMUSCHEL (*Mytilus edulis*, SL 5–10 cm; Abb. 1, S. 140), zeigt durch die nach vorn zugespitzte Form die ungleiche Ausbildung der Muskeln. Mit ihren braunen, borstigen Haftfäden sehen wir sie oft massenhaft an Felsen, Pfählen oder Hafenbauten festsitzen. Allerdings sind die Tiere nicht stets an den gleichen Ort gebunden; sie können mit ihrem kräftigen Fuß die Fäden einzeln durchreißen und sich wieder neu anheften. Auf diese Weise kann diese Muschel sogar klettern: Sie befestigt die neuen Haftfäden an einer höheren Stelle, trennt die alten durch und zieht ihren Körper nach.

Miesmuschelzucht

Miesmuscheln sind weltweit verbreitet und äußerst anpassungsfähig. Ihr Fleisch ist schmackhaft und besitzt einen hohen Gehalt an Vitaminen, Eiweiß, Mineralsalzen und anderen wichtigen Nährstoffen. Deshalb werden sie in den Küstengebieten vieler Länder regelmäßig gegessen; auch in Binnenländern schätzt man sie als Leckerbissen. In Europa werden jährlich über 100 000 Tonnen Miesmuscheln verzehrt; davon liefert allein Holland annähernd 60 000 Tonnen. Der Verbrauch dagegen ist in Frankreich am höchsten, hier werden jährlich etwa 50 000 Tonnen Miesmuscheln gegessen. In einigen Ländern züchtet man die Tiere als Speisemuscheln — im Mittelmeergebiet vor allem die MITTELLÄNDISCHE MIESMUSCHEL (*Mytilus galloprovincialis*). Die Zucht wird durch das natürliche Vorkommen der Miesmuscheln im Gezeitenbereich erleichtert. In den Mittelmeerländern schätzt man auch die nahe verwandte BARTMUSCHEL (*Modiolus barbatus*; SL 5 cm; Abb. 2, S. 140) als Nahrungsmittel.

Von den Miesmuscheln unterscheidet sich die FLECKENMUSCHEL (*Musculus marmoratus*, SL 2 cm; Abb. 5, S. 140) nur durch ihre geringe Größe und die stark gerippte Schale. Sie ist im Mittelmeer und in der Nordsee weit verbreitet und lebt dort für gewöhnlich auf abgelagerten (Sediment-)Böden. Nicht selten findet man diese Muscheln auch an und in Seescheiden (Ascidacea, s. S. 440), wo sie sich in der Jugend festgeheftet haben (Auge; s. S. 150).

Eine weitere eßbare Muschel des Mittelmeeres ist die STEINDATTEL oder SEEDATTEL (*Lithophaga mytiloides*; Abb. 3, S. 140). Im erwachsenen Zustand besitzt sie keine Haftfäden mehr; da sie sich bei ihrer bohrenden Lebensweise nicht mehr festzuheften braucht. Anders als die meisten Bohrmuscheln gräbt sich die Steindattel nicht auf mechanischem Wege in Kalkstein, Korallen und größere Schalen ein; der vordere Mantelrand scheidet vielmehr eine kalklösende Säure aus, mit deren Hilfe der Wohnung ausgeätzt wird. Dieser chemische Bohrvorgang nützt verständlicherweise die Schalenoberschicht (Pterostracum) nicht ab, sie bleibt völlig unversehrt. An den zwölf Meter hohen Säulen des Serapis-Tempels bei Pozzuoli am Golf von Neapel finden sich in 3,6 bis 6,6 Meter Höhe Bohrlöcher der Steindattel. Das beweist, daß sich an dieser Stelle das Land zuerst bis mindestens 6,6 Meter unter den Meeresspiegel gesenkt und nach dem Befall der Säulen durch die Steindattel wieder gehoben haben muß.

Wie die bisher genannten Formen der Schwachzahnigen Muscheln besitzen auch die ISOGNOMONIDEN (Familie Isognomonidae) Kiemenaugen (vgl. Archen- und Samtmuscheln, s. S. 150); wir fassen diese und einige weitere Familien als Überfamilie Pterioidea zusammen. Zu den Isognomoniden gehört unter anderen die eigenartige HAMMERMUSCHEL (*Malleus malleus*; Abb. 4, S. 140) des Indischen Ozeans; sie hat einen breiten Schloßrand und eine kurze, nach unten ausgezogene Schale. Wie bei ihr, ist auch bei der verwandten Art *Vulsella rugosa* der vordere Schließmuskel nur noch in der Jugend vorhanden; die letztgenannte Form kommt im Indischen und Stillen Ozean vor und lebt schmarotzend in Schwämmen.

Obwohl sie einer eigenen Familie (Pteriidae) angehört, ähnelt die VOGELMUSCHEL (*Pteria hirundo*, SL 6–8 cm) in ihrer Körperform sehr stark der Hammermuschel. Sie ist im Mittelmeer verbreitet und vermag ähnlich wie die Miesmuschel zu klettern; man findet sie besonders oft auf Rindenkorallen (*Gorgonaria*, s. Band I) der tieferen Küstenzonen.

Nahe mit der Vogelmuschel verwandt sind die in der Kultur- und Handelsgeschichte bedeutsamen Perlmuscheln. Unter ihnen ist die GROSSE SEEPERLMUSCHEL (*Pinctada margaritifera*, SL mehr als 25 cm; Abb. 6, S. 140) der wichtigste Schmuckperlenlieferant. Perlmuscheln gibt es in fast allen warmen Meeren; sie besitzen eine dicke runde, flache Schale mit schuppiger Oberfläche. Die Tiere sitzen mit Haftfäden am Untergrund fest; daher ist das untere Kiemenauge bei ihnen rückgebildet.

Die Ursache zur Bildung von Perlen kann recht mannigfaltig sein; oft stellen Fremdkörper, Schmarotzer oder Verletzungen den äußeren Anlaß hierfür dar. Stets müssen zunächst Zellen der Manteloberfläche — die ja für gewöhnlich die Schale abscheiden — ins Innere des Bindegewebes an die geschädigte Stelle gelangen. Hier scheiden diese Zellen die Perle ab. Sie ist

Die Steindattel

Die Hammermuschel

Die
Große Seeperlmuschel

genau wie die Muschelschale aufgebaut, besteht also aus der Perlmutter-schicht, der eigentlichen Kalkschale und dem Periostracum, das bei der Schale die Außenschicht bildet. Die Perle wird aber im Gegensatz zur Schale nicht nach außen, sondern nach innen abge-sondert; das Periostracum bildet ihren Kern und die glänzende Perlmutter-schicht die Außenhülle.

»Erblinden«
der Perlen

Hundert bis hundertfünfzig Jahre lang behält die Perle ihren Glanz, bevor sie »erblindet«, der Gebrauch als Schmuckstück bedingt allerdings meist einen früheren Verlust des Glanzes. Die Oberfläche der Perle wird nämlich durch die Berührung mit der Luft und durch das Tragen auf der Haut chemisch angegriffen und außerdem mechanisch abgenützt.

Taucher betreiben die oft recht gefährliche Perlenfischerei; nur mit einer Nasenklamme ausgerüstet, brechen sie in Tiefen bis über vierzig Meter die Muscheln vom Riff. In vielen Gegenden, vor allem an den Küsten von Ceylon, werden erheblich mehr Perlmuscheln eingesammelt als nachwachsen können. Trotz dieses Raubbaus lohnt sich die Perlfischerei jedoch nur dann, wenn man nicht nur die Perlen gewinnt, sondern auch das Perlmutter in der Industrie als Werkstoff für Knöpfe, Messergriffe, Aschenbecher und ähnliche Gegenstände verwendet. Nur in Japan gibt es künstliche Perlmuschelzuchten.

Die Steckmuschel

Perlbildungen kommen auch bei der STECKMUSCHEL (*Pinna nobilis*; Abb. 7, S. 140) sowie bei den Miesmuscheln (s. S. 151), der Auster (s. S. 156), der Flußperlmuschel (s. S. 163) und bei weiteren Arten vor. Die im Mittelmeer heimische Steckmuschel ist mit achtzig Zentimeter langen Schalen die größte Muschel im europäischen Bereich. Ihre meist mit Fortsätzen versehenen, keilförmigen Schalen werden als begehrte Jagdbeute von Sporttauchern mitgenommen; dadurch ist die Steckmuschel an einigen natürlichen Standorten schon nahezu ausgerottet. Diese riesige Muschel wird aber nicht nur aus »Liebhaberei« gesammelt, sondern dient auch als Nahrungsmittel. In Unteritalien fertigt man außerdem aus ihren Haftfäden (Byssus) allerlei Web- und Flechterzeugnisse. Ihren Namen erhielt die Steckmuschel, weil sie mit der Spitze voran im Schlamm oder Sand steckt. Dabei ist sie mit Hilfe der Haftfäden im Grund verankert. Durch die große Öffnung am oberen Schalenrand strudeln die Tiere das Atemwasser samt den Nahrungsteilchen ein. Jüngere Steckmuscheln tragen an den Schalen zahlreiche Dornen und schuppenartige Fortsätze, die sich aber im Laufe des weiteren Wachstums abnützen. Große Schalen lassen schließlich nur noch eine grobe Rippung erkennen. Schon Plinius der Ältere (23 bis 79 n. Chr.) hat das Zusammenleben einer kleinen Krabbe, des Muschelwächters (*Pinnotheres pinnotheres*, vgl. Band I), mit der Steckmuschel beobachtet. Dieses Krebschen schlüpft bei Beunruhigung in die Muschel und veranlaßt sie, ihre Schalen zu schließen.

Von den Pterioidea unterscheiden sich die Angehörigen der nächsten Überfamilie, der Pectinoidea, durch meist symmetrisch runde Schalen, die in der Regel »Schloßohren« tragen. Solche Auswüchse der Schalen besitzt zum Beispiel die KOMPASSMUSCHEL (*Amusium pleuronectes*, SL 5–8 cm), die im Westpazifik lebt und durch verschieden gefärbte Schalenklappen — die linke rotbraun, die rechte weißlich gelb — auffällt. Die auffallende Schloßform der Pectinoidea ist bei den KAMMUSCHELN (Familie Pectinidae) besonders ausgeprägt. Gleich den nächstverwandten Familien besitzen sie nur einen

Familie
Kammuscheln

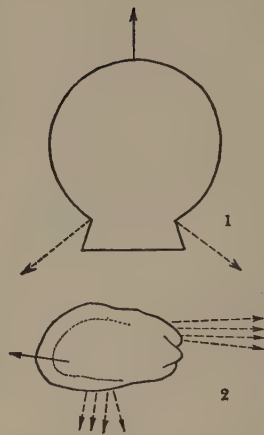
Schließmuskel in der Mitte. Trotzdem hat sich bei den Kammuscheln nachträglich eine neue Symmetrie herausgebildet, bei der die Körperachse senkrecht zum (zahnlosen) Schloßrand steht. Möglicherweise hängt diese Verschiebung mit der Schwimmfähigkeit zusammen, die viele Kammuscheln auszeichnet. Nähert sich einer solchen Muschel, zum Beispiel der BUNTEN KAMMUSCHEL (*Chlamys varius*, SL 5 cm; Abb. 2, S. 141), ein Seestern, so klappt das liegende Tier plötzlich blitzschnell die Schalen zu. Das Wasser, das am Mantelsaum entweicht, bewirkt dabei einen Rückstoß, und die Muschel bewegt sich mit dem Schloß voran ein Stück von der Stelle. Durch schnelles Wiederholen dieser Bewegung sind die Muscheln in der Lage, stoßweise zu schwimmen und so aus der Nähe ihres gefährlichen Feindes zu kommen. Für gewöhnlich jedoch schwimmen die Tiere mit der Schalenmündung voran: Durch das Schließen der Klappen tritt beiderseits des Schlosses das Wasser unter Druck aus, so daß der Körper sich vorwärts bewegt. Dieses Schwimmen ist ein ruckweises Rückstoßschnellen, bei dem das Tier ständig die Richtung ändert; es besitzt eine gewisse Ähnlichkeit mit dem gaukelnden Schmetterlingsflug.

Die bekannteste Art der Kammuschel ist zweifellos die PILGERMUSCHEL (*Pecten jacobaeus*; SL 5–15 cm; Abb. 1, S. 141). Früher trugen viele Pilger, die aus dem Mittelmeergebiet heimkehrten, die Schalen dieser Muscheln an Hut und Gewand, so auch die Pilger, die Santiago (= St. Jakob) de Compostela in Galicien (Spanien) besucht hatten. Auf diese Sitte gründen sich der deutsche und der wissenschaftliche Name. Heute sind uns die Pilgermuscheln allerdings mehr als Gedeck für »Ragout fin en coquilles« oder als Firmenzeichen für »Shell«-Benzin (shell, englisch = Schale) ein Begriff.

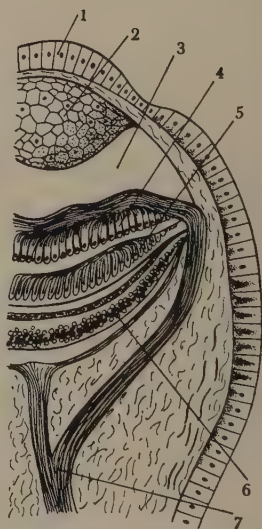
Gleich vielen anderen Kammuscheln ist auch die Pilgermuschel frei beweglich. Zwischen den zahlreichen Tentakeln an ihrem Mantelrand steht eine Anzahl besonders auffallender, hochentwickelter Augen, die in einem tiefen Blau glänzen. Sitz und Ausbildungsgrad dieser Sehorgane können innerhalb der Art unterschiedlich sein. Es handelt sich um richtige Linsenaugen von bis zu einem Millimeter Größe; sie sind mit zwei hintereinanderliegenden Netzhäuten ausgerüstet, deren Sehzellen – ähnlich wie beim Wirbeltierauge – vom einfallenden Licht abgewendet (invers) stehen. Mit diesen Augen kann die Pilgermuschel nicht nur hell und dunkel unterscheiden, sondern auch Bewegungen sehen. Auf diese Weise nimmt das Tier sich nähernde Seesterne oder Kraken wahr; sie ist außerdem fähig, sie am Geruch als Feinde zu erkennen. Die Muschel ergreift dann mit Schwimmstößen die Flucht. Die Sehfähigkeit der Augen reicht allerdings nicht dazu aus, daß sich die Muschel beim Schwimmen nach dem Lichtsinn richten könnte.

Die rechte Klappe der Pilgermuschel ist tiefer gewölbt als die linke. Das wirkt sich auch bei der Fortbewegung aus; die rechte Klappe zeigt beim Schwimmen nach unten. Die gleichklappigen Kammuscheln dagegen schwimmen in nahezu senkrechter Stellung.

Ebenso bekannt wie die Pilgermuschel ist die GROSSE KAMMUSCHEL (*Pecten maximus*). Ihre Verbreitung schließt sich an das mittelmeeische Gebiet der Pilgermuschel an; die Art kommt aber auch noch in der Nordsee vor. Eine andere Kammuschel, *Chlamys opercularis*, ist ebenfalls vom Mittel-



Schwimmen der Pilgermuschel (1) und Feilenmuschel (2); Bewegungsrichtung (ausgezogene Pfeile), ausgestoßener Wasserstrom (unterbrochene Pfeile).



Eingekehrtes Mantelrand-
auge der Pilgermuschel: 1
Hornhaut (Cornea), 2 Lin-
se, 3 Sekretkörper, 4 äußere
Netzhaut (Retina), 5 innere
Netzhaut, 6 Farbstoff-[Pig-
ment]-Schicht, 7 Nerv.

Familie
Klappmuscheln

meer bis zur Nordsee heimisch. Sie lebt in größeren Tiefen, zwar meist mit den Haftfäden befestigt; doch auch diese Muschel kann schwimmen.

Als eigene Familie werden die KLAPPMUSCHELN (Spondylidae) abgetrennt. Sie besitzen zwei Zähne an jeder Schale und teils sehr lange, stachelige oder schuppige Fortsätze auf den Schalenrippen. Im Gegensatz zur nur zeitweise angehefteten *Chlamys* sind die Klappmuscheln stets am Untergrund festgewachsen. Trotzdem besitzen sie Mantelrandaugen — ein deutlicher Hinweis darauf, daß das Sehvermögen nicht durch die freie Beweglichkeit bedingt ist. Sehr bekannt ist die im Mittelmeer heimische LAZARUSKLAPPE oder STACHELAUSTER (*Spondylus gaederopus*; Abb. 3, S. 141). Sie lebt in größeren Tiefen und ist meist von dichtem Bewuchs bedeckt, so daß man die schöne, purpurne Färbung ihrer Schalen kaum zu Gesicht bekommt. Als Nahrungsmittel wird diese Art sehr geschätzt.

Besonders reizvoll ist der Anblick einer tanzend schwimmenden FEILENMUSCHEL (Familie Limidae); ihr leuchtend orange oder rot gefärbter Mantelrand ist in zahlreiche, lange und drüsige Tentakel ausgezogen, die die Tiere wie ein Strahlenkranz umgeben. Von diesen leuchtenden Anhängen fast völlig verdeckt, springen die Muscheln einher. Den Wasserstrom, der sie antreibt, können sie nicht nur neben dem Schloß ausstoßen, sondern ebenso auch willkürlich nach seitlich unten (s. Abb. S. 154). So können sie außer der Vorwärtsbewegung noch einen Auftrieb erzeugen, ja sogar beide Bewegungsweisen miteinander verbinden; sie werden deshalb auch Springmuscheln genannt. Während die im Mittelmeer häufige SCHUPPIGE FEILENMUSCHEL (*Lima lima*, SL bis über 4 cm) festwandige Schalen mit kräftigen, beschuppten Rippen besitzt, sind die meisten heimischen Arten wie die GROSSE FEILENMUSCHEL (*Lima inflata*; SL 3–4 cm; Abb. 4, S. 141) zierliche Tiere mit zartwandigen dünnen Klappen. Häufig sitzen diese Muscheln mit ihren Haftfäden an anderen Bodentieren, wie Schwämmen oder Seescheiden, fest.

Eine andere Verwendung der Haftfäden hat — zusammen mit einigen weiteren Arten — die NESTBAUENDE FEILENMUSCHEL (*Lima hians*, SL etwa 2 cm) entwickelt. Sie richtet sich nämlich ein Wohnnest her: Mit Hilfe der Haftfäden (Byssus), die in diesem Fall als Klebstoff dienen, kittet die Muschel aus allerlei Steinen, Schalentieren und sonstigen härteren Stoffen eine richtige Höhle zusammen, in deren Schutz sie sich zurückziehen kann. Das Nest wird mit feinerem Gewebe ausgekleidet; es ist etwa zwölf Zentimeter groß und bildet eine Festung, die ihre Bewohnerin nicht nur der Sicht, sondern auch dem Zugriff von Raubfischen entzieht.

In einer anderen Hinsicht aber deuten die Feilenmuscheln (und ebenso die Austern, s. S. 156) bereits den Übergang zu den Blattkiemern (Ordnung Eulamellibranchia, s. S. 163) an: Die Blätter (Lamellen) ihrer Kiemen sind nämlich durch Verstrebungen miteinander verbunden (wenn auch unvollkommen, »pseudolamellibranchiat«). In diesem Merkmal zeigen diese »Netzkien« also nicht mehr die eigentlich kennzeichnenden Eigenschaften der übrigen Fadenkiemer, sondern haben bereits eine höher entwickelte Stufe erreicht.

Eine recht merkwürdige Muschel ist die SATTEL- oder ZWIEBELMUSCHEL (*Anomia ephippium*, SL 3–4 cm; Abb. 5, S. 141), die im östlichen Atlantik



Die Nestbauende Feilen-
muschel.

und im Mittelmeer lebt und regelmäßig an Steinen oder sonstigem festen Untergrund angeheftet sitzt. Diese Art vertritt eine eigene Überfamilie (Anomioidea). Ihre Schalenklappen sind stark voneinander verschieden; das Tier besitzt nur einen Schließmuskel und gegenüber der ursprünglichen Lage verschobene innere Organe. Der kurze Haftfädenstrang (Byssus) verkalkt zu einem knochenähnlichen Gebilde. Wenn sich die junge Muschel an Steinen oder größeren Schalentteilen im oberen Küstenbereich festgeheftet hat, legt sie sich auf die rechte Seite. Die dünne, fast durchsichtige rechte Schale folgt nun beim Weiterwachsen in der Regel allen Unebenheiten des Untergrundes; um den kalkigen Byssus spart sie eine tiefe, sattelförmige Bucht aus. Die linke, obere Schale ist nur wenig derber gebaut, jedoch stärker gewölbt als die Unterschale; sie paßt sich nur an ihrem Rand der Bodenform an. Wie viele der bisher behandelten Muscheln besitzt auch die Sattelmuschel Augen, allerdings nur linksseitig am ersten Kiemenblatt; diese einseitige Ausbildung ist durch die festsitzende Lebensweise bedingt. Der Sattelmuschel fehlt übrigens — ebenso wie der folgenden Art — der Herzbeutel (Pericard); das Herz liegt unmittelbar im Gewebe des Mantelraumes eingebettet.

Die KUCHENMUSCHEL (*Placenta placuna*, SL 6–8 cm) des indisch-pazifischen Meeresgebietes besitzt sehr flache Schalenklappen, die wie bei der Sattelmuschel dünn und durchscheinend sind. In Ostasien, besonders in China verwendete man früher diese zarten Schalen — ähnlich unseren Butzenscheiben — als Fenster.

In ganz anderer Weise als die bisher behandelten Muscheln heften sich die AUSTERN (Familie Ostreidae) am Untergrund fest: Das gerade umgewandelte Jungtier verankert sich zunächst mit Hilfe der Haftfäden an einem geeigneten, steinigen Untergrund und setzt sich dort für den Rest seines Lebens fest: Hochkant auf den Schalenrändern stehend, preßt die Jungauster dann eine kittartige Absonderung aus der Byssusdrüse und läßt sich mit der linken, gewölbteren Klappe auf diese Klebmasse fallen; dadurch wird die Schale fest an den Felsen zementiert. Von diesem Zeitpunkt an bleiben Byssusdrüse und Fuß in der Entwicklung zurück; beim erwachsenen Tier sind von ihnen nur noch verkümmerte Reste vorhanden.

Entsprechend dieser ständig festsitzenden Lebensweise hat die Auster auch nur einen einzigen Schließmuskel, nämlich den ursprünglich hinteren, der nun aber in der Mitte ansetzt. Die deckelartige obere Schalenhälfte besitzt einen schwächeren Wirbel als die untere; sie ist nur mit einem inneren Schloßband (Ligament) im zahnlosen Schloß gelenkt. Wie die Feilenmuscheln haben die Austern Netzkien (vgl. S. 155).

Wie nicht wenige ihrer Verwandten bilden auch die Austern gelegentlich Perlen. Daß diese festsitzenden Muscheln mit den äußerlich unansehnlichen Schalen so bekannt sind, liegt jedoch vor allem an ihrer außerordentlichen Schmackhaftigkeit. Austern sind seit Jahrtausenden eine beliebte Nahrung des Menschen; man findet ihre Schalen schon in Küchenabfällen aus vorgeschichtlicher Zeit, so zum Beispiel an der jütländischen Ostküste, wo es heute keine Austern mehr gibt.

Unsere EUROPÄISCHE oder GEMEINE AUSTER (*Ostrea edulis*, SL etwa 5 bis 10 cm; Abb. 6, S. 141) wird auch Eßbare oder Tafelauster genannt. Sie ist



Die festsitzende Sattelmuschel.



Kuchenuschel (*Placenta placuna*).

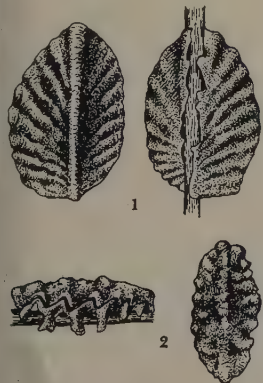
Die Europäische Auster

Austernzucht

von Natur aus an der gesamten europäischen Küste von Norwegen bis zum Schwarzen Meer verbreitet. Massenvorkommen, sogenannte natürliche Austernbänke, gibt es allerdings nur in sehr felsigen Gegenden; auch hier wurden diese Ansammlungen vielfach durch Raubbau vernichtet. In weniger günstigen Gebieten dagegen, wie etwa an der deutschen Nordseeküste, bilden die Austern lockere Kolonien mit weit zerstreutem Vorkommen. Da sie in geringer Wassertiefe siedeln, ist es nicht schwierig, die Austern in eigenen, großen Anlagen zu züchten und in »Gärten« zu pflegen. So hat man in England, Holland, Belgien und Frankreich in mühevoller Arbeit große künstliche Austernzuchten aufgebaut. Bei Bordeaux (Arcachon) und Sète (Lac de Thau) in Frankreich waren diese Bemühungen besonders erfolgreich; hier werden jedes Jahr etliche zehntausend Tonnen Austern »geerntet«.

Der römische Schriftsteller Plinius erzählt, ein Mann namens Sergius Orata habe vor dem Marsischen Krieg, also wohl etwa hundert Jahre vor Christus, zu Erwerbszwecken die ersten Austernbecken großen Stils angelegt. Heute dienen als Ansiedlungsflächen für die Larven große Holzgestelle, an denen besonders hergerichtete Ziegel, Herzmuschelschalen oder andere für das Anheften günstige Gegenstände in mehreren Stockwerken angebracht sind. Wenn sich die Jungaustern daran festgeheftet haben, werden sie abgenommen und in riesige Aufzuchtbecken überführt, die gegen die offene See durch einen Damm abgeschildert sind, aber durch Schleusen mit dem Meer in Verbindung stehen. Auf dem flachen Grund dieser »Muschelgärten« wachsen die Austern heran. Nach einiger Zeit überführt man sie nochmals in andere Becken. Während des Heranwachsens kämmt man die Austernansammlungen regelmäßig mit Rechen durch; so wird verhindert, daß sich die Tiere zu mehreren zusammenballen. Austern können zwanzig Jahre alt werden, sind aber schon im Alter von drei bis vier Jahren »eßreif«. Vor dem Versand zum Bestimmungsort kommen die Tiere in Reinigungsbecken, wo sie sich durch den Atemwasserstrom selbst von Schlamm säubern und ihren Darminhalt entleeren. So werden die lebenden Leckerbissen tafelfertig und appetitlich.

In unserem Bereich wird neben der Europäischen Auster und ihren jeweils nach Schalenform und -oberfläche abweichenden Unterarten auch die PORTUGIESISCHE AUSTER (*Crassostrea angulata*) gezüchtet und gegessen. Jenseits des Atlantik kommt die AMERIKANISCHE AUSTER (*Crassostrea virginica*) auf den Tisch. Große Arten, wie die RIESENAUSTER (*Crassostrea gigas*, SL 25 cm; Abb. 7, S. 141) in Ostasien, bewohnen meist die Korallenriffe. Die kleine rötliche BLATTAUSTER (*Pycnodonta folium*, SL 5–7 cm) Indonesiens, Australiens und des Indischen Ozeans dagegen ist mit fingerartigen Schalenfortsätzen an Korallenzweigen oder auch an Mangrovewurzeln und Holzästen festgeklammert; ebenso lebt auch die kleinere KLAMMERAUSTER (*Pycnodonta frons*) am Strand der Westindischen Inseln und im Pazifik bis zu den Philippinen. Alle diese Arten unterscheiden sich von unserer Auster äußerlich durch tiefere Schalen. Außerdem sind sie getrenntgeschlechtlich, während unsere Austern protandrische Zwitter sind. Die Europäische Auster behält zudem die Eier bis zum Schlüpfen der Larven in der Mantelhöhle (Brutpflege); die Amerikanische Auster dagegen entläßt ihre Eier sofort ins freie Wasser.



Die eigenartige Blattauster (1) und Klammerauster (2).

Die männlichen und die weiblichen Keimzellen unserer zwittrigen Austern reifen bei ein und demselben Tier in der Regel nicht gleichzeitig; dadurch ist eine Selbstbefruchtung weitgehend ausgeschlossen. Um so wichtiger ist es jedoch, daß die Eier oder Samenzellen der verschiedenen Einzeltiere einer Austernbank möglichst zum gleichen Zeitpunkt reifen, nur so ist eine ausreichende Befruchtungsrate gewährleistet. Diese zeitliche Angleichung (Synchronisation) wird bei der Auster, wie wir heute wissen, durch den Mond gesteuert. In der Scheldemündung fand der holländische Zoologe P. Korringa heraus, daß die etwa acht Tage alten Austernlarven zu ganz bestimmten Zeiten ausschwärmen: »Der Gipfelwert des Schwärmens ist alljährlich zwischen dem 26. Juni und 10. Juli zu erwarten, und zwar etwa zehn Tage nach Voll- oder Neumond.« Demnach müssen die Eier jeweils zwei Tage nach Voll- oder Neumond in den Mantelraum abgelaidet und befruchtet worden sein. »So verstehen wir«, erläutert der holländische Verhaltensforscher Niko Tinbergen diesen Befund, »welcher Außenfaktor den Tag des Laichens bestimmt: die Gezeiten. Abgelaidet wird bei Springflut, die ja stets unmittelbar auf Voll- und Neumond folgt. Wie sie die Austern beeinflusst, das ist noch unbekannt; es könnte mit dem Wasserdruck zusammenhängen, der bei Springflut am stärksten schwankt. Dasselbe gilt für das Licht, das dann bis zum Grunde vordringt.« Daß die Austern nicht bei jeder Springflut laichen, sondern nur in den Sommermonaten und bevorzugt in dem angegebenen, eng begrenzten Zeitraum Ende Juni bis Anfang Juli, muß noch eine weitere Ursache haben; sie ist bisher jedoch noch nicht bekannt. Durch diese zeitliche Abstimmung wird gewährleistet, daß die laichenden Muscheln genügend Samenzellen mit dem Atem- und Nahrungsstrom in die Mantelhöhle aufnehmen, wo dann die Eier befruchtet werden.

Wie schon auf Seite 146 angedeutet, entwickeln sich die meisten Muscheln aus Jugendformen, unter denen die Wimperkranzlarve (Trochophora, vgl. S. 23; Abb. S. 26) besonders häufig ist. Diese Entwicklungsstufe läßt sich aus der Hüllglockenlarve (s. S. 32) durch Vereinfachung der wimpertragenden Hülle ableiten. Fast alle Meeresmuscheln besitzen derartige Larven; sie besitzen bereits einen Enddarm sowie eigene Nierenorgane (Protonephridien). Von der Wimperkranzlarve läßt sich die bereits bei den Schnecken beschriebene Segellarve (Veliger) unterscheiden, die zum Beispiel bei den Austern vorkommt. Bei ihr ist der als Wimperkranz ausgebildete Teil zweilappig vergrößert; man bezeichnet ihn als Segel (Velum). Wie alle frei schwimmenden Larven bilden auch die Jugendformen der Muscheln einen wichtigen Bestandteil im Haushalt des Meeres als Nahrung für zahlreiche Tiere. Das wird klar, wenn man bedenkt, daß zum Beispiel die Geschlechtsdrüse einer einzigen Amerikanischen Auster bis zu fünfzehn Millionen Eier auf einmal abgeben kann; bei anderen, weniger fruchtbaren Muschelarten sind es immerhin noch viele Tausend.

Bevor die Jungtiere absinken und ihr Bodenleben beginnen, werden die bewimperten Körperteile rückgebildet. Für kurze Zeit können wir – wie bei den Miesmuscheln – eine schon beschaltete, aber noch frei schwimmende Jungmuschel antreffen, die allerdings kaum größer als ein viertel Millimeter ist. »Das eben beschriebene Stadium ist das letzte vor dem Verlassen des plank-

Steuerung des Ablaidens

▷ Die Große Kammuschel
(*Pecten maximus*, s. S. 154,
vgl. Abb. 1, S. 141)
Oben: Mantelrand mit
Augen und Tentakeln
(Ausschnitt)
Unten: Die eine Schalen-
seite ist stärker gewölbt

▷▷ Eine Feilenmuschel
(s. S. 155,
vgl. Abb. 4, S. 141) mit
einem Strahlenkranz von
Tentakeln

▷▷▷ Riesenuschel (*Tridacna
maxima*, vgl. S. 174,
Abb. 1 u. 2, S. 167)









Frei schwimmende
Muscheln?

tonischen Lebens und der Anheftung mittels Byssusfasern. Es soll nach anderen Beobachtungen durch das Auftreten von Gas- oder Ölbläschen ausgezeichnet sein, die die Schwebefähigkeit der Larve wesentlich erhöhen und ihr eine weitere Verbreitung durch die Meeresströmungen ermöglichen* (F. Haas). Die frei schwimmende Muschel *Planctomya henseni* ist möglicherweise nichts anderes als eine solche Zwischenform zwischen Larve und bodenlebender Muschel. Man fand das Tier im Jahre 1894 ein einziges Mal im Südatlantik und erst jüngst konnte die eigenartige zentimetergroße Muschel wiederentdeckt werden. Die gleichklappige und unverkalkte Schale besitzt zwei Schließmuskeln und umschließt einen Körper ohne Ein- oder Ausströmröhre (Siphonen) und ohne deutlichen Fuß. Im Mantel sind zahlreiche Öltropfen als Auftriebskörper und Schwebeeinrichtung eingelagert. Geschlechtsorgane konnten bei diesem Tier nicht beobachtet werden. Noch ist unklar, ob es sich hier tatsächlich um ein — allerdings erstaunlich großes — Larvenstadium oder um die einzige planktonische Muschel handelt.

Ordnung
Blattkiemer

In vollkommenerer Weise als bei den »pseudolamellibranchiaten« Kiemen der Feilenmuscheln und Austern (vgl. S. 156) sind die Kiemenreusen der BLATTKIEMER (Ordnung Eulamellibranchia) netzartig gestaltet. Kiemenfäden zu echten Kiemenblättern (Lamellen) verwachsen (eulamellibranchiat), d. h. untereinander, aber auch von Blatt zu Blatt durch gefäßführende Brücken verbunden. Beide Schließmuskeln in der Regel vorhanden, seltener der vordere zurückgebildet. Oft mit Ein- und Ausströmröhren (Siphonen, s. S. 145). Schloß verschieden gebaut, nach ihm und anderen Merkmalen werden vier Unterordnungen unterschieden: 1. Gespaltenzähnlige Muscheln (Schizodonta, s. unten), 2. Wechselzähnlige Muscheln (Heterodonta, s. S. 166), 3. Wenigzähnlige Muscheln (Adapedonta, s. S. 179), 4. Zahnlose Muscheln (Anomalodemaceae, s. S. 183); insgesamt etwa 17 000 Arten.

In dieser Ordnung wird die große Masse aller Muscheln zusammengefaßt. Besonders wichtig ist für uns die Unterordnung der GESPALTENZÄHNIGEN MUSCHELN (Schizodonta); in ihren Reihen finden wir nämlich unsere einheimischen Süßwassermuscheln. Schloß mit einem Mittelzahn der rechten Schalenklappe, der vorn von einfachem, hinten von gegabeltem Zahn der linken Klappe umfaßt wird; ein bis zwei weitere Zähne je Hälfte vorhanden oder rückgebildet. Schale mit Perlmutter-schicht; Fuß ohne Byssusdrüse; Mantel ohne Röhre. Fünf Familien mit zusammen etwa 4500 Arten.

Nur eine kleine, in wenigen Arten bei Australien vertretene Familie lebt im Meere. Es sind die TRIGONIIDEN (Trigoniidae), unter ihnen *Neotrigonia margaritacea*. Ihre Kiemenfäden sind noch unvollständig verwachsen.

Die übrigen Gespaltenzähner sind reine Süßwasserformen; wir fassen sie als NAJADEN (Unionoidea) zu einer Überfamilie zusammen, die besonders in der Fortpflanzungsweise starke Eigenheiten entwickelt hat. Nicht weniger fesselnd ist die Perlbildung dieser Muscheln; sie hatte früher auch wirtschaftliche und kulturelle Bedeutung.

Eine der bekanntesten Arten ist unsere FLUSSPERLMUSCHEL (*Margaritana margaritifera*, SL 10–15 cm, Abb. 3, S. 142). Leider haben Raubbau, vor allem aber die Verschmutzung und Begradigung der Gewässer dazu geführt, daß die Flußperlmuschel fast überall selten geworden oder ganz verschwun-

Steckmuschel (s. S. 153,
vgl. Abb. 7, S. 140)

den ist. Mit Mühe versuchen wir heute, die letzten Bestände zu retten und zu erhalten — so in Oberösterreich, der Lüneburger Heide und anderen Gebieten. Ursprünglich in Mittel- und Nordeuropa, Sibirien und Nordamerika weit verbreitet und als Perlenlieferantin genau überwacht und gehegt, spielt die Flußperlmuschel heute kaum noch eine nennenswerte Rolle in der Perलगewinnung. Nicht zuletzt wurde sie durch die Zuchten von Seeperlmuscheln vom Markt verdrängt. Die Flußperlmuscheln können zwar sechzig bis achtzig Jahre alt werden; man kann einem Tier bei regelmäßiger Überwachung aber günstigstenfalls alle sechs Jahre eine Perle entnehmen. Trotz dieser geringen Ausbeute je Tier und Jahr wurden in der Zeit zwischen 1814 und 1857 allein im Bayerischen Wald und in Oberfranken über 156 000 Perlen »geerntet« und verbucht. Eine wirklich gute Perle kommt allerdings nur etwa auf jede 2700ste Muschel. Seltsamerweise gibt es Flußperlmuscheln nur in sehr kalkarmen Gewässern; hier siedeln sie bei günstigen Lebensbedingungen sogar sehr dicht. Das ist um so verwunderlicher, weil die Schalen- und die Perlbildung eine starke Kalkanreicherung voraussetzen. Gerade die Flußperlmuschel besitzt zudem erstaunlicherweise äußerst starke Schalenklappen, sie können am Vorderrand mehr als einen Zentimeter dick sein.

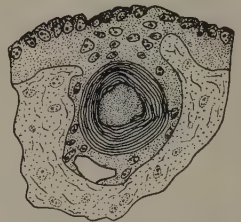
Die Schalen dieser Tiere werden allerdings vom Wasser chemisch sehr stark angegriffen, wenn die schützende Außenschicht (das Periostracum) verletzt ist. Die ständige Gefahr der Kalkauswaschung im Fließwasser ist bei der Flußperlmuschel besonders groß. Die Muscheln ragen nämlich aus dem Bodengrund heraus und richten ihre leicht geöffneten Schalen mit dem Mantelrand des Hinterendes gegen die Strömung. Zahlreiche dieser Muscheln haben daher stark beschädigte, besonders am Wirbel entstellte Schalenklappen; diese können allein von innen her schützend verstärkt werden.

Weniger stark als die Flußperlmuschel sind die bekannteren FLUSSMUSCHELN (Familie Unionidae) diesen ungünstigen Einflüssen ausgesetzt; sie sind in unseren Gewässern noch häufiger anzutreffen. Dort, wo Industrie- und Haushaltsabwässer noch keine Vergiftung oder Verschmutzung herbeigeführt haben, können wir noch regelmäßig die MALERMUSCHEL (*Unio pictorum*; SL 10 cm; Abb. 1, S. 142) in Flüssen, Bächen und Seen antreffen. Ihre Schalen verwendeten die Maler früher als Anrührschalen für Wasserfarben. Eine andere Art der gleichen Gattung, die DICKE oder GEMEINE FLUSSMUSCHEL (*Unio crassus*), lebt nur in fließenden Gewässern. Das Vorkommen in getrennten Gebieten und voneinander abweichenden Lebensräumen hat von jeder dieser Arten mehrere standortbedingte Unterarten entstehen lassen, ein Hinweis auf ihre große Wandlungs- und Anpassungsfähigkeit.

Der Dicken Flußmuschel ist unsere gewöhnliche TEICHMUSCHEL oder SCHWANENMUSCHEL (*Anodonta cygnaea*; SL 7–20 cm; Abb. S. 65/66 u. Abb. 2, S. 142) ähnlich. Sie bevorzugt stillere Gewässer; dementsprechend besitzt ihr Schloß keine Zähne mehr (*Anodonta* vom griechischen *ἀν* = nicht, ohne und *δόντις* = Zahn, also »ohne Zähne«). Die kleinen Schwebeteilchen, die der Muschel zur Nahrung dienen, werden ihr meist nicht vom Wasser entgegengetragen. Statt dessen bewegen sich die Tiere mit zitterndem Rütteln im Schlamm und wühlen den Grund auf; den hochgewirbelten Bodensatz saugen sie in die



Flußperlmuschel mit Perlen.



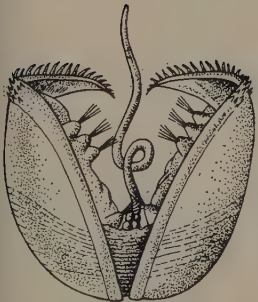
Anlage einer Mantelperle.

Die Malermuschel

Bewegungssehen

Mantelhöhle ein und filtern ihre Nahrung, darunter auch bodenbewohnende Kleinstlebewesen, heraus. Sie durchpflügen auf diese Weise den Untergrund — manchmal hinterlassen sie bis zu einem Meter lange Furchen. Noch stärker als die Malermuschel neigen die Teichmuscheln dazu, je nach den örtlichen Lebensbedingungen verschiedene Standortformen auszubilden. So beschrieb man früher allein in Mitteleuropa 88 Formen. Es zeigte sich aber, daß sie zu nur zwei gut unterschiedenen Arten zusammengefaßt werden können. Sehr eigenartig ist es, daß sowohl die Schwanenmuschel als auch die FLACHE TEICHMUSCHEL (*Pseudoanodonta complanata*) zum Bewegungssehen, genauer: zur Wahrnehmung von Schatten, die über sie hinweggleiten, befähigt sind. Bewegt sich der Schattenrand mit drei bis zehn Millimeter je Sekunde Geschwindigkeit und beträgt der Helligkeitsunterschied nur 7,7 vom Hundert, so sprechen diese beiden Teichmuschelarten bereits durch Zusammenlegen der Tentakeln darauf an; bei stärkerem Beschatten ist das Ansprechen noch deutlicher. Die Fähigkeit zu solchen Wahrnehmungen beruht auf der Empfindlichkeit besonderer Sinneszellen, die gleichmäßig über den Mantelrand verteilt sind. Das ist für die Muschel von Vorteil, denn ein Schatten, der über sie hingleitet, bedeutet ja nicht selten, daß ein Feind sich nähert. Richtige »Augenflecken« an den endständigen Mantellappen besitzen die nordamerikanischen *Lampsilis*-Muscheln und deren nahe Verwandte (Unterfamilie Lampsilinae). Bei diesen Tieren, zum Beispiel bei *Lampsilis ventricosa* und *Lampsilis fasciola*, sind die Schalen der Männchen und der Weibchen verschieden gestaltet; überdies finden wir bei den Weibchen eine eigenartige Belüftungsvorrichtung. Die Mantellappen an ihrem Hinterende sind besonders groß und erinnern oft an den Umriß eines Fischkörpers. Sie werden im Takte bewegt und fächeln so der Brut, die in den Kiemen der Mutter geborgen ist, frisches Wasser zu.

Schon bei den Schnecken haben wir gesehen, daß die Entwicklung der Süßwasser- und Landformen oft anders verläuft als die derjenigen Arten, die nur im Meere vorkommen. Ähnlich verhält es sich mit den Süßwassermuscheln. Ihre Entwicklung vom Ei zum erwachsenen Tier weicht erheblich von dem ab, was wir bei den Seemuscheln kennenlernten (vgl. S. 146). Die Larven der NAJADEN (Unionacea) leben als Schmarotzer an Fischen; in ihrem Körperbau haben sie nur wenig mit den Larvenformen der Meeresmuscheln gemein. Frei lebende Schwimmlarven würden im fließenden Wasser leicht abgetrieben werden und dadurch zugrunde gehen; deshalb geben die Süßwassermuscheln weder Eier noch Larven ins freie Wasser ab. Im Sommer gelangen die zunächst noch unbefruchteten Eier vielmehr in die Spalträume zwischen den Kiemen, die dann oft wulstig anschwellen. Der Samen wird durch die Einströmöffnung aufgenommen; die Befruchtung findet in den Kiemen statt. Dort entwickeln sich die Larven — etwa 300 000 je Muttertier — bis sie im nächsten Frühjahr frei werden. Bei flüchtigem Hinsehen ähneln die Larven kleinen Muscheltieren; erst genaueres Betrachten zeigt, daß sie ganz anders gebaut sind. Jede dieser Larven — man nennt sie Glochidien (Einzahl Glochidium) — besitzt ein Paar Schalen von dreieckiger bis eiförmiger Gestalt. Der freie Schalenrand trägt bei den Larven der Teichmuscheln und der Malermuschel (nicht aber bei denen ihrer Verwandten) einen gezahn-



Die Glochidiumlarve der Teichmuschel (*Anodonta*).

ten Haken. Im Inneren der Schale lassen sich eine Anzahl von Sinnesborsten und ein langer, klebriger Haftfaden unterscheiden; die Anlagen aller übrigen Organe der späteren Muschel sind kaum zu erkennen. Wenn die Glochidiumlarven der Flußmuscheln durch die Ausfuhröffnung der Mutter ausgestoßen worden sind, bilden sie zunächst auf der Schlammoberfläche kleine, ineinander verfilzte Klumpen. Nähert sich ihnen ein Fisch, so schlagen die auf- und zuklappenden Schalen mit den Haken wie eine Zange in die Haut ein und sind so an ihrem künftigen Wirt festgeheftet. Die Glochidien der Flußperlmuschel dagegen gelangen mit dem Atemwasser an die Kiemen des Fisches, wo sie schmarotzend heranwachsen. Die kleine Wunde, die die Muschellarve dem Fische schlug, heilt schnell aus; das Glochidium wird überwachsen und abgekapselt. Nun wandelt sich die Larve in ihrem Körperbau in eine richtige kleine Muschel um; dabei werden auch die Schalen völlig neu gebildet. Nach zwei bis zehn Wochen platzt die Hautkapsel. Der Fisch reibt sich — offenbar von einem Juckreiz getrieben — an Pflanzen oder rauhen Steinen und streift so die Muschel ab. Sie fällt zu Boden und beginnt nun ein neues Leben.

Larven als
Schmarotzer

Mit den Flußmuscheln sind die MUTELIDEN (Familie Mutelidae), unter ihnen die südamerikanische Art *Anodonites wymanii*, nahe verwandt. Diese Muscheln haben wiederum eine andere Larvenform entwickelt, die als Lasidium bezeichnet wird. Sie gleicht eher einem Rädertier (s. Band I) als einem Weichtier: Ihr vorderer Körperabschnitt ist birnenförmig und bewimpert; der mittlere Abschnitt trägt eine dünne Schale und besitzt einen geteilten, gabelförmigen Schwanzanhang, der mit starren Borsten besetzt ist. Auch diese Lasidien schmarotzen an Fischen, ehe sie nach ihrer Umwandlung zum freien Muschelleben übergehen.

Für unsere Gewässer sind die Süßwassermuscheln von großer Bedeutung; die reinigende Wirkung ihrer Filtertätigkeit wird meist viel zu gering eingeschätzt. Dabei läßt jede einzelne Muschel stündlich bis über vierzig Liter Wasser durch ihre Filtervorrichtung strömen. Die Muscheln eines Gewässers vernichten, heißt sein biologisches Gleichgewicht aufheben und seine Lebewelt zerstören; die Lebensbedingungen für uns Menschen selbst werden beeinträchtigt, hängen wir doch Jahr für Jahr mehr von der Sauberkeit und Güte unseres Wassers ab.

Innerhalb der Ordnung Blattkiemer bilden die WECHSELZÄHNIGEN MUSCHELN (Heterodonta) die zweite Unterordnung. Schloß mit wenigen wechselständigen, ineinandergreifenden Hauptzähnen; außerdem oft mit bis zu vier vorderen und hinteren leistenförmigen Seitenzähnen. Schalen meist ohne Perlmutter. Fuß mit oder ohne Byssusdrüse. Ein- und Ausströmrohre (Siphonen) häufig vorhanden. Vierzehn Überfamilien mit 33 Familien und etwa 9500 Arten.

Unterordnung
Wechselzähnnige
Muscheln

Die Wechselzähnnigen Muscheln sind der artenreichste Verwandtschaftskreis der Muscheln; nur ein Teil der Familien und Arten ist in unseren Breiten heimisch. Die Zusammengehörigkeit all dieser vielen Formen anhand weniger, leicht erkennbarer Merkmale zu erfassen, ist recht schwierig. Deshalb gab es früher über die Einordnung dieser Formen die verschiedensten Auffassungen. Allein der Bau des Schlosses ist ein einigermaßen brauchbares

Wechselzähnnige Muscheln:
Riesenmuscheln
1., 2. Grabende Riesen-
muschel (*Tridacna crocea*,
s. S. 174, vgl. Abb. S. 161)
3. Pferdehufmuschel
(*Hippopus hippopus*,
s. S. 175)



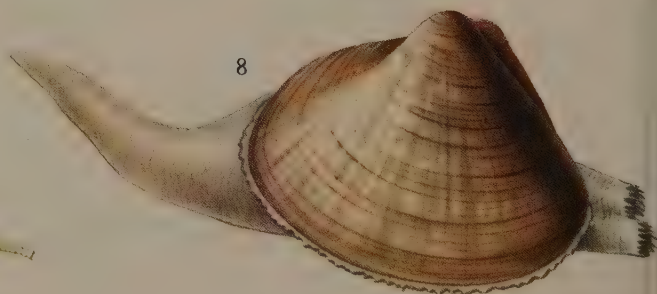
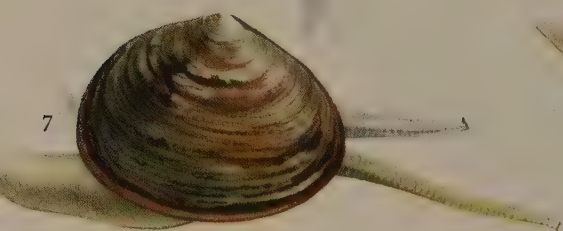
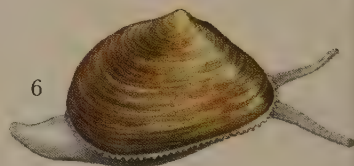
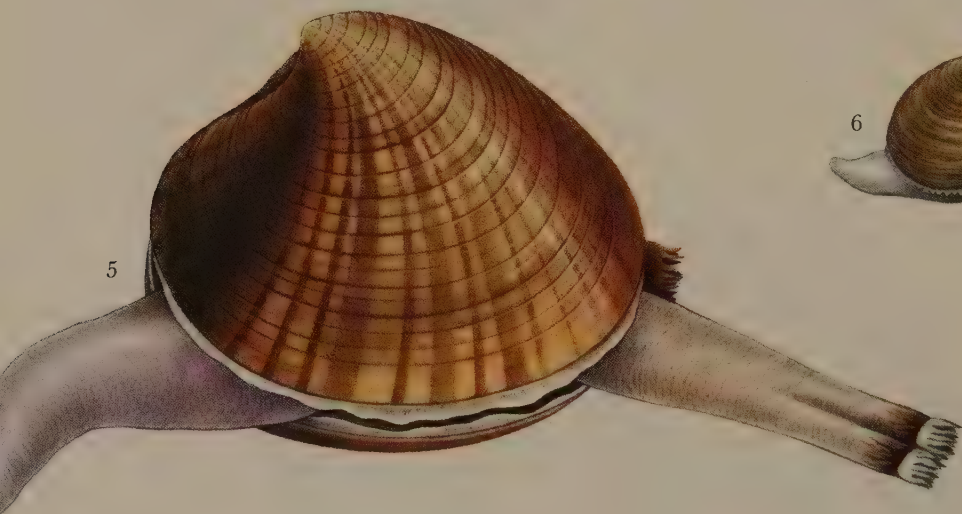
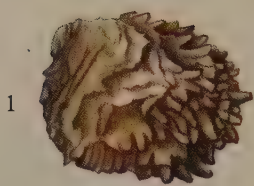
1



2



3



Kennzeichen, nach ihm wird diese Gruppe in neuerer Zeit auch als Wechselständige oder Verschiedenzähnlige Muscheln bezeichnet. Im ausgeprägtesten Fall trägt eine (meist die linke) Schalenklappe zwei Schloßzähne, die entweder einen Hauptzahn der anderen Klappe umgreifen oder zwischen drei Zähnen der Gegenseite gelenkt sind.

Die gleichklappigen, kräftigen Schalen der ASTARTE-MUSCHELN (Familie Astartidae) besitzen eine starke Außenschicht (Periostracum). Die Angehörigen dieser Familie kommen meist in kälteren Meeren vor. Entlang der europäischen Küste ist die GEFURCHTE ASTARTE (*Astarte sulcata*) zu finden. Ihre Schalen tragen vierundzwanzig bis vierzig ringförmig um den Wirbel angeordnete Rippen und sind tiefbraun gefärbt. Die nur wenige Zentimeter große Muschel ist schon ab zehn Meter Wassertiefe zu finden. Dagegen bewohnt die in der Nordsee häufigere NORDISCHE ASTARTE (*Astarte borealis*; Abb. 4, S. 142) tiefer gelegene Schlammböden; zusammen mit den beiden Tellmuschelarten (s. S. 179) bildet sie in der Ostsee eine kennzeichnende Lebensgemeinschaft der Weichböden.

Zu den wenigen Meeresmuscheln, die Brutpflege betreiben, gehören einige Angehörige der Familie CARDITIDEN (Carditidae). Von ihnen bilden die süd-afrikanische *Thecalia concamerata* und die kalifornische *Milneria minima* (SL beider wenig über 1 cm) sogar besondere Bruträume aus. Bei den Weibchen beider Arten entwickelt sich am unteren Schalenrand eine Einfaltung oder Einsenkung in der Klappe. Dieser Raum wird vom Mantel abgeschlossen; in ihm wachsen die Nachkommen heran.

Ähnliche Aufgaben erfüllen die Bruträume der KUGELMUSCHELN (Familie Sphaeriidae); bei ihnen sind sie jedoch — ähnlich wie bei den meisten Brutpflegenden Muscheln — als doppelwandige Säcke in den Kiemenspalten ausgebildet. Die Kugelmuscheln sind Süßwasserbewohner; wie bei den Flußmuscheln verlangt der Lebensraum des Fließwassers einen Schutz der jungen Brut. In den kleinen, häutigen Bruttaschen wächst nur eine sehr kleine Zahl Jungmuscheln heran, geschützt und genährt von den Wandzellen. Dabei werden gar keine Larven mehr ausgebildet; die Entwicklung führt unmittelbar zu fertigen Muscheln. Erst voll ausgebildete Jungmuscheln verlassen die Bruträume. Bei allen Kugelmuscheln sind die Ein- und Ausfuhröffnungen — oder zumindest eine davon — zu Röhren (Siphonen) ausgezogen.

Die heimischen Arten, die FLUSSKUGELMUSCHEL (*Sphaerium rivicola*, SL 2 cm) und die häufigere HORNFARBIGE KUGELMUSCHEL (*Sphaerium corneum*, SL kaum über 1 cm; Abb. 5, S. 142) sowie alle ihre unmittelbaren Verwandten der Gattung *Sphaerium* bringen nur zehn bis sechzehn Jungtiere zur Entwicklung; sie können beim »Schlüpfen« allerdings schon recht groß sein. Die Hornfarbige Kugelmuschel ist in Eurasien weit verbreitet; sie lebt nicht nur am Grunde der Bäche, sondern klettert gern auf allerlei Pflanzen umher. Wie eine Spannerraupe bewegt sich bei diesem langsamen Kriechen der langgestreckte Fuß: Das hintere Ende setzt sich mit dem schleimigen Byssus fest, die Fußspitze wird weit vorgestreckt und saugt sich an; dann zieht der Fuß den Körper nach und heftet ihn wieder mit der Byssusmasse an. Ähnlich bewegt sich auch die etwas kleinere HAUBENMUSCHEL (*Sphaerium lacustre*), die Weiher, Tümpel und andere kleine stehende Gewässer bewohnt.

Wechselzähnlige Muscheln:

1. Mittelländische Hufmuschel (*Chama gryphoides*, s. S. 173)
2. Gebänderte Herzmuschel (*Cardium fasciatum*, s. S. 174)
3. Gewöhnliche Herzmuschel (*Cardium edule*, s. S. 173)
4. Raue Venusmuschel (*Venus verrucosa*, s. S. 176)
5. Braune Venusmuschel (*Callista chione*, s. S. 176)
6. Baltische Plattmuschel (*Macoma baltica*, s. S. 179)
7. Pfeffermuschel (*Scrobicularia plana*, s. S. 179)

Wenigzähnlige Muschel:

8. Große Trogmuschel (*Mactra stultorum*, s. S. 180)

Die kleinsten Muscheln überhaupt finden wir in der Gattung ERBSEN-MUSCHELN (*Pisidium*), die zum Teil an der Wasseroberfläche hängend kriechen können. Allein in Mitteleuropa leben annähernd zwanzig Arten, die zum Teil nur schwer voneinander zu unterscheiden sind. Eine der häufigsten unter ihnen ist die GEMEINE ERBSENMUSCHEL (*Pisidium casertanum*, SL 4 mm). Sie bevorzugt stillere Gewässer. Erbsenmuscheln siedeln gern an ungewöhnlichen Lebensorten, an denen andere Weichtiere kaum noch vorkommen: Sie leben in der Tiefe der Seen bis zu vierzig Meter unter dem Wasserspiegel; man findet sie in über 2500 Meter Höhe in Hochgebirgseen, die fast das ganze Jahr über zugefroren sind; ebenso bewohnen sie Flachlandseen bis in die Arktis hinein. Sicherlich kennt man längst noch nicht alle Arten und alle ihre Lebensbezirke. Die GROSSE ERBSENMUSCHEL (*Pisidium amnicum*; Abb. 6, S. 142) lebt in Bächen und Flüssen auf Kiesgrund, während die übrigen Arten schlammigen Boden bevorzugen; mit einer Größe von einem Zentimeter ist dieser »Riese« unter den Erbsenmuscheln noch verhältnismäßig leicht aufzufinden. Die kleinste Art ist die BAND-ERBSENMUSCHEL (*Pisidium torquatum*); sie wird kaum zwei Millimeter groß. Diese beiden Arten sind aber nicht nur sehr verschieden groß; auch ihre Atemvorrichtungen sind ganz unterschiedlich. Die Band-Erbsenmuschel besitzt nämlich nur eine Kieme; lediglich ihre Ausfuhröffnung ist zum Rohr (Sipho) ausgezogen. Bei der Großen Erbsenmuschel dagegen ist neben der Ausfuhr- auch die Einfuhröffnung als Rohr ausgebildet; außerdem besitzt sie jederseits zwei Kiemenblätter. Wegen dieser Eigenheiten ordnet man die beiden Arten verschiedenen Untergattungen zu.

Unter den KELLIELLIDEN (Familie Kellyellidae) sind die EUROPÄISCHE KELLIELLA (*Kellyella militaris*) und einige ihrer Verwandten ebenfalls nur wenige Millimeter groß. Unsere Kelliella ist allerdings kein Süßwasserbewohner, sondern eine Tiefenform des Atlantik und des Mittelmeeres. Ihre kleinen rundlichen Schalen sind wie bei den meisten Tiefseemuscheln dünn und zerbrechlich. Das kann man von dem zur gleichen Verwandtschaftsgruppe gehörenden OCHSENHERZ (*Glossus rubicundus*, SL 6–8 cm) allerdings nicht sagen; seine Schalenklappen sind festwandig und fallen besonders durch den sehr starken, nach vorn eingerollten Wirbel auf, durch den jede Hälfte das Aussehen einer schwach gewundenen Schneckenschale erhält. Von vorn betrachtet, hat das ganze Tier die Form eines Herzens. Diese Muschel ist nicht gerade häufig, und sie bewohnt Schlammböden in größerer Tiefe; sie ist im Mittelmeer und im anschließenden Küstenbereich des Atlantik sogar bis Island und Norwegen verbreitet. Die starke Außenschicht (Periostracum) gibt den sonst gelblichen Schalenklappen eine braune Färbung. Der Mantelrand ist nicht zu Rohren ausgezogen; der Fuß ist beilförmig und trägt eine Byssusdrüse.

Dem Ochsenherz sehr ähnlich, wenn auch durch die gewöhnlich gestalteten Wirbel leicht von ihm zu unterscheiden, ist die ISLANDMUSCHEL (*Arc-tica islandica*, Abb. 7, S. 142). Auch sie hat eine starke Schalenaußenschicht und besitzt keine Ein- und Ausströmröhre. Auch in der Größe kommt sie der vorigen Art sehr nahe. In ihrem inneren Bau aber unterscheidet sie sich erheblich vom Ochsenherz, sie vertritt eine eigene Verwandtschafts-

Die Erbsenmuscheln



Ochsenerz (*Glossus rubicundus*).

Die Islandmuschel

Die kalkbohrenden Riffmuscheln

gruppe. Die Islandmuschel ist nur im Nordatlantik und von dort bis in die Ostsee hinein verbreitet; hier bildet sie allerdings einen wesentlichen Bestandteil der Tierwelt in den oberen Bereichen des Weichbodens. Zur gleichen Überfamilie wie die Islandmuschel gehören die kalkbohrenden RIFFMUSCHELN (Familie Trapeziidae), die in warmen Meeren Fels- und Korallenriffe bewohnen. Wie wir das ähnlich auch schon bei der Steindattel (s. S. 52) gehört haben, sind die Riffmuscheln in der Lage, Säure abzusondern und mit ihrer Hilfe, also auf chemischem Wege, in Kalkgestein zu bohren. Zu dieser Familie gehört neben anderen Formen der KALKESSER (*Caroliophaga lithophagella*). Man findet diese Muschel im Mittelmeer sowohl in Spalträumen der Felsküsten als auch in leeren Schalen.

Eine gewisse Sonderstellung nimmt die Familie der GAIMARDIIDEN (Gaimardiidae) ein. Sie kommt an unseren Küsten nicht vor, sondern in nur wenigen Formen in Ostasien und Australien, im Stillen Ozean sowie im antarktischen Gebiet. Die Gaimardiiden gehören zu den wenigen Meeresmuscheln, die Brutpflege treiben; ihre Eier entwickeln sich in den Kiemen, so zum Beispiel die der antarktischen Art *Gaimardia trapezina*. Der Mantelrand dieser Muscheln ist eigenartigerweise bis auf drei Öffnungen verwachsen. Der Fuß benötigt nämlich nur sehr wenig Bewegungsfreiheit, da die Tiere, mit dem Byssus angeheftet, an im Wasser treibenden Algen oder an Krebsen sitzen. Früher, als der eigentliche Körper noch nicht bekannt war, stellte man die Zweischalenschnecken (Juliidae, s. S. 126), die zu den Schlundsackschnecken (Saccoglossa, s. S. 126) gehören, in die unmittelbare Nachbarschaft dieser Muschelfamilie.

Nach allem, was wir über den Zusammenhang zwischen dem Leben im Süßwasser und der Brutpflege bei Muscheln bisher erfahren haben (s. S. 169), mag es überraschen, daß es auch unter Süßwassermuscheln solche Formen gibt, die keine Brutpflege treiben. Sie gehören sämtlich zur Familie der WANDERMUSCHELN (Dreissenidae). Eine Erklärung für diese auffällige Ausnahme von der sonst gültigen Regel finden wir in der Ausbreitungsgeschichte der GEMEINEN WANDERMUSCHEL oder DREIECKSMUSCHEL (*Dreissena polymorpha*; Abb. 8, S. 142). Diese Wandermuscheln sind nämlich eigentlich Meeresbewohner; erst in geschichtlicher Zeit wanderten sie auch in Binnengewässer ein. Die schnelle Verbreitung dieser Tiere wurde dadurch sehr begünstigt, daß sie die für viele Seemuscheln kennzeichnende Entwicklung über eine frei schwimmende Segellarve (Veliger; Abb. S. 26) auch im Süßwasser beibehielten. Zudem heften sie sich nicht selten an Schiffen an — Wandermuscheln sind die einzigen Süßwassermuscheln mit Byssus — und werden so oft über weite Strecken verfrachtet. Schließlich ist auch ihre Fähigkeit, sowohl einen hohen als auch einen niedrigen Salzgehalt des umgebenden Wassers zu ertragen, sehr viel größer als bei anderen Muscheln. Schon 1824 fand man sie in London und in der Rheinmündung; in der Folgezeit besiedelte sie alle mitteleuropäischen Flußgebiete. So findet man diese mit zwei kurzen Siphonen ausgestattete Muschel heute fast überall in den Flußsystemen der Donau, des Rheines, der Weser und der Elbe angeheftet an Steinen, Schalen, Holzwerk, ja auch an Schnecken und Krebsen.

Weichbödenbewohner ohne ausgeprägte Siphonen sind die bei uns hei-



Gemeine Wandermuschel
(*Dreissena polymorpha*).

mischen Arten der LUCINIDEN (Lucinidae). Den Angehörigen dieser Familie fehlt das äußere Kiemenblatt; sie besitzen jederseits nur eine Kieme (anatomisch genau: nur eine halbe Kieme). Sowohl die zentimetergroße *Divaricella divaricata* als auch der größere *Loripes lacteus* besitzen einen langen, wurmförmigen Fuß, der beim Graben weit aus den rundlichen bis dreieckigen Schalenklappen hervorgestreckt werden kann. Die erste der beiden Arten ist an den nordischen Küsten, die zweite an denen des Mittelmeeres häufiger zu finden. Eine noch größere Art, *Lucina borealis* (SL 3 cm), ist auf die nördlichen Meeresteile beschränkt.

Ebenfalls mit nur einem Kiemenblatt je Körperseite sind die MONTACUTIDEN (Familie Montacutidae) ausgerüstet. In ihren Reihen gibt es zahlreiche Formen, die in Nahrungsgemeinschaft (Kommensalismus) mit anderen Tieren leben. Die im Atlantik und Mittelmeer heimische LINSENMUSCHEL (*Mysella bidentata*) zeigt gelegentlich zu verschiedenen Tieren derartige Beziehungen. Ihre im Nordatlantik häufigen Verwandten *Montacuta substriata* und *Montacuta ferruginosa* (SL beider 4–5 cm) dagegen findet man regelmäßig auf Seeigeln der Arten *Spatangus purpureus* und *Echinocardium cordatum* (s. S. 172), auf denen sie sich festgeheftet haben. Die Montacutiden *Mysella donacina* und *Devonia perrieri* von der französischen und englischen Küste hingegen leben an Seegurken der Art *Leptosynapta inhaerens* (s. S. 172). Auch die japanische Art *Devonia semperi* ist an Seegurken (*Protankyra bidentata*, im Seegurkenkapitel nicht erwähnt) angeheftet; ihr großer, ovaler und flächiger Fuß ist vom eigentlichen Muschelkörper durch einen richtigen Stiel abgesetzt. Die halb schmarotzende Lebensweise dieser Muscheln hat zu einer Verkleinerung der sehr dünnen Schale geführt; die breiten Mantelränder können sogar die Klappen fast überdecken. Am weitesten ist diese Entwicklung bei *Entovalva mirabilis*, einer Art der ostafrikanischen Küste, und bei deren nächsten Verwandten fortgeschritten. Bei ihnen ist nämlich die Schale äußerlich überhaupt nicht mehr sichtbar. Auch diese Sonderbildung hat ihre Ursache in der Lebensweise: *Entovalva* dringt in den vorderen Abschnitt des Verdauungskanals von Seegurken (*Patinapta crosslandi*, *Synapta coplax*) ein und führt dort ein halb schmarotzendes Dasein.

Nahrungsgemeinschaften



Devonia semperi, der Fuß ist vom Körper durch einen Stiel abgesetzt.

Zur Sicherung der Nachkommenschaft werden die Jungen in einer Brutkammer gehalten, bis sie sich zur frei schwimmenden Wimperkranzlarve (Trochophora) entwickelt haben. Der Brutraum entsteht durch das Verschmelzen der hinteren Mantelränder. Nicht nur Seegurken dienen diesen Muscheln als Wirtstiere, auch Angehörige anderer Tiergruppen werden von ihnen aufgesucht. Bei der Käferschnecke *Ischnochiton* (s. S. 39 u. 40) haben wir schon die Muschel *Montacuta oblonga* erwähnt, die in der Mantelfurche oder auf den Schalenplatten dieses urtümlichen Weichtieres zu finden ist. Eine andere Art dieser Muschelfamilie dagegen, die an der französischen Küste heimische *Litigella glabra*, ist an einem Spritzwurm (*Sipunculus nudus*, s. Band I) angeheftet. In dieser Weise könnten wir das Aufzählen von Beispielen beliebig fortsetzen. Auch in der den Montacutiden sehr nahe verwandten Familie der LEPTONIDEN (Leptonidae) treffen wir ähnliche Beziehungen an; von ihnen werden jedoch Krebse bevorzugt. Eine Art dieser Gruppe, die an der west- und südeuropäischen Küste verbreitete *Galeomma turtoni*, lebt

Familie
Leptoniden

allerdings frei auf sandreichen Böden oder aber auf Schwämmen (s. Band I) und Manteltieren (s. S. 434). Sowohl Leptoniden wie auch Montacutiden besitzen eine vordere Einstromöffnung; bei manchen Arten, wie bei der im Mittelmeer heimischen *Kellya suborbicularis* wird infolgedessen auch hier vorn ein kurzes Rohr gebildet.

Die Huf- oder Gienmuscheln

Durch ihre festsitzende Lebensweise ähneln die HUF- oder GIENMUSCHELN (Familie Chamidae) den Austern; weitaus die meisten der hierher gehörenden Arten sind ausgestorben. Die beiden Schalenklappen sind verschieden gestaltet und nicht durch ein Schloßband verbunden. Ähnlich wie bei den Klappmuscheln (s. S. 155) ist die obere (meist die rechte) Schalenhälfte der Hufmuscheln mit zahlreichen Blättchen und Stacheln übersät; ja das ganze Tier ist so unregelmäßig geformt, daß es mit einer gewöhnlichen Muschel wenig Ähnlichkeit hat. Diese vielgestaltige, unregelmäßige Oberflächenform bringt es mit sich, daß die Hufmuscheln kaum von dem felsigen Untergrund zu unterscheiden sind, auf dem sie festsitzen.

Bei der vom Mittelmeere bis zu den Azoren verbreiteten MITTELLÄNDISCHEN HUFMUSCHEL (*Chama gryphoides*; Abb. 1, S. 168) sind diese Eigenheiten der Familie deutlich ausgeprägt: Ihre dicke, etwa zwei Zentimeter lange Schale zeigt so unregelmäßige, umrißauflösende Bildungen, daß das Tier nur schwer zu finden ist, obwohl es an felsigen Küstenstrichen ziemlich regelmäßig in geringer Tiefe vorkommt. Wie eine Schüssel sitzt die linke, tiefere Klappe am Untergrund fest; die flachere rechte Hälfte schließt sich wie ein Deckel von oben; diese rechte Klappe trägt Dornen und ringförmig um den Wirbel angeordnete Furchen. Etwas größer und leicht an der mehr schuppigen Oberfläche zu unterscheiden ist die sehr ähnliche SCHUPPIGE HUFMUSCHEL oder LAPPENMUSCHEL (*Chama gryphina*), die ebenfalls im Mittelmeer lebt.

Zu unseren häufigsten und zugleich bekanntesten Muscheln gehört zweifellos die GEWÖHNLICHE oder ESSBARE HERZMUSCHEL (*Cardium edule*; SL 4–5 cm; Abb. 3, S. 168); ihre Schalen findet man von Island bis Westafrika und von den Azoren bis zum Schwarzen Meer sowie im Kaspischen Meer und im Aralsee an sandigen Küsten oft in überreicher Fülle angeschwemmt. Die Tiere besitzen weißlichgelbe, gleichmäßig gerippte Klappen, die von den Tentakeln des Mantelrandes überragt werden; zwei Rohre sorgen für das Zu- und Abströmen des Wassers. Der lange Fuß ist geknickt und läuft spitz zu; er befähigt diese Muschel zu einer eigentümlichen Art von Fortbewegung: Das Tier streckt den Fuß so weit wie möglich (bis über fünf Zentimeter) aus der Schale heraus und tastet damit nach irgendeinem Widerstand. Hat das abgeknickte Fußende einen Stein oder ein anderes geeignetes Widerlager gefunden, so wird der ganze Fuß mit einem plötzlichen Ruck geradegestreckt, so daß die Muschel weggestoßen und bis über fünfzig Zentimeter weit fortgeschleudert wird. Mit ähnlich ruckweisen Fußbewegungen wühlen sich ausgegrabene Herzmuscheln sehr rasch wieder in den Sand. Auch viele verwandte Arten sind zu dieser Fortbewegungsweise befähigt. Manche Herzmuscheln besitzen Augen. Die LANGE HERZMUSCHEL (*Laevicardium oblongum*) und die WARZIGE HERZMUSCHEL (*Cardium tuberculatum*) sind lediglich zum Bewegungssehen befähigt (wie bei den Teichmuscheln auf S. 165 schon be-

sprochen), weil ihnen echte Sehorgane fehlen. *Cardium muticum* besitzt an den Enden der Manteltentakel sowie rund um die Öffnungen der Atemrohre jedoch geschlossene Augen mit versenkter Netzhaut und vom einfallenden Licht abgewendeten (invers stehenden) Sehzellen (vgl. Kammuscheln, S. 154). Bei der Eßbaren Herzmuschel sind wiederum die Sehorgane nur sehr wenig entwickelt.

An den west- und südeuropäischen Küsten lebt die STACHELIGE HERZMUSCHEL (*Cardium aculeatum*; SL 6–7 cm oder mehr). Durch ihre Größe und durch die bedeutend kräftigeren Schalenstacheln ist sie leicht von ihren Verwandten zu unterscheiden. Auch die beiden kleinen einheimischen Arten, die GEBÄNDERTE HERZMUSCHEL (*Cardium fasciatum*; Abb. 2, S. 168) und die KLEINE HERZMUSCHEL (*Cardium exiguum*), sind leicht auseinanderzuhalten: Die erstgenannte Form ist schön dunkelbraun gebändert; die Kleine Herzmuschel besitzt eine schief-dreieckige Schale. Beide Arten sind nur wenig über einen Zentimeter groß. Von den vielen Herzmuschelformen, die im Mittelmeer leben, ist die BREITRIPPIGE HERZMUSCHEL (*Cardium paucicostatum*) am schwersten zu erkennen. In der Größe ähnelt sie der Eßbaren Herzmuschel, in Schalenform aber mehr der Warzigen oder der Dornigen Herzmuschel. Die Breitrippige Herzmuschel kommt allerdings mehr auf Schlammgrund vor, während die übrigen hier genannten Arten sandigen Boden bevorzugen. Nicht ohne Grund sind die hübschen und schmackhaften Herzmuscheln sehr beliebt; sie sind leicht zu sammeln. Die Bewohner der Südsee verarbeiten die Schalen dieser Tiere zu Schmuckketten. Unter diesen Südseearten ist *Corculum cardissa* (SL 6–7 cm) bemerkenswert, weil seine Schalenklappen von vorn nach hinten stark zusammengedrückt sind. An der Mittellinie besitzen sie jeweils einen scharfen Kiel; dadurch sehen sie aus, als seien sie »verkehrt gebaut«.



Die zusammengedrückten Schalenklappen von *Corculum cardissa*.

Die Mördermuschel

Die RIESEN- oder ZACKENMUSCHELN (Familie Tridacnidae; Abb. S. 161) ähneln den Herzmuscheln äußerlich nur wenig. Ihr innerer Bau weist jedoch auf enge Beziehungen zwischen beiden Gruppen hin, und ausgestorbene Übergangsformen bestätigen die Annahme einer nahen Verwandtschaft. Die Riesenschalen leben im Indischen und im Stillen Ozean; unter ihnen ist uns besonders die MÖRDERMUSCHEL (*Tridacna gigas*) aus vielen zum Teil abenteuerlichen Erzählungen bekannt. Ganz eigentümlich ist der Körperbau der Riesenschalen: Sie liegen zwar — wie viele andere Muscheln auch — mit ihrem (rückgebildeten) Fuß, mit Kiemen und Mundöffnung nach unten gerichtet am Untergrund. Ihr gesamter Mantel mit der Schale ist aber um 180 Grad gedreht, so daß der Rücken des Tieres zum freien Schalenspalt, der Bauch aber gegen das Schloß gerichtet ist. Diese Verschiebung hängt mit der ständig festsitzenden Lebensweise zusammen, die bei den großen Formen allein schon durch das Gewicht der Schalen bedingt ist. So kann zum Beispiel die oft mehr als einen Meter große Schale der Mörderschale bis über zweihundert Kilogramm schwer werden und ist deshalb kaum mehr beweglich. Diese übergroßen Schalenhälften wurden früher bei uns vielfach als Wasch- und Taufbecken verwendet. Kleinere Arten allerdings, wie die etwa zehn Zentimeter große GRABENDE RIESENMUSCHEL (*Tridacna crocea*; Abb. 1 u. 2, S. 167), sind in der Lage, sich durch Schalenbewegungen mit dem

Wirbel voran in den löchrigen Korallenkalk einzubohren. Die meisten Arten leben zwischen Korallen eingebettet. Aber nicht alle Riesenmuscheln sind Riffbewohner; die PFERDEHUFMUSCHEL (*Hippopus hippopus*, SL 25 cm; Abb. 3, S. 167) zum Beispiel findet sich auf sandigen Stellen.

Symbiose mit Algen

In Schauergeschichten werden Riesenmuscheln nicht selten als »heimtückische Tiere« gebrandmarkt. In Wirklichkeit sind sie von Natur aus völlig harmlose Filterer, die sich von Kleinstlebewesen ernähren. Allerdings haben sie auch hierin eine Besonderheit erworben: Der freie, oft in den verschiedensten Farben prächtig leuchtende Mantelrand beherbergt kleine einzellige Algen (Zooxanthellen), die mit den Muscheln im »Zusammenleben zu gegenseitigem Nutzen« (Symbiose) verbunden sind. Die Algen beziehen ihre Nährstoffe von der Muschel. Die pflanzlichen Einzeller aber liefern ihrer Ernährerin zusätzlichen Sauerstoff für deren Atmung. Wie alle grünen Pflanzen bauen diese Algen ja aus Kohlendioxid und Wasser mit Hilfe des Sonnenlichts Zucker auf und scheiden dabei Sauerstoff als »Abfall« aus. Durch dieses Zusammenleben erklärt sich die Tatsache, daß Riesenmuscheln — wie die ebenfalls mit Algen zusammenlebenden Korallen — fast nur in den oberen, stark belichteten Wasserschichten zu finden sind. Vermehren sich die Algen zu stark, so werden sie allerdings von der Muschel zur Verdauung verschleppt, wodurch sich ihre Zahl vermindert.

Die Gefährlichkeit der berüchtigten Mördermuschel beruht, wie gesagt, nicht in irgendeiner Angriffstätigkeit der Muschel; sie ist vielmehr eine Begleiterscheinung des natürlichen Schutzverhaltens des Tieres: Bei jeder Störung schließt es die Schalenklappen gegeneinander. Die Gefahr für den Menschen ist einerseits die Folge der guten Tarnung der Tiere im Untergrund, andererseits die der ungeheuren Kraft des einzigen Schließmuskels (der übrigens als Leckerbissen gilt). Ist nämlich einmal ein Gegenstand zwischen die Schalenklappen geraten, so kann man ihn nur durch Zerschneiden des Muskels oder durch Zertrümmern der Schale wieder herausholen; Hans Hass hat das auf seiner Forschungsreise mit der »Xarifa« durch Versuche festgestellt. Ulrich Dunkel erzählt von einem Südseeinsulaner, der bei Ebbe Strandtiere eingesammelt hatte und der bei auflaufender Flut auf dem Rückweg unversehens in eine Riesenmuschel trat: »Da — ein lauter Schrei! Malis linker Fuß war in einer festen Klammer unter Wasser gepackt. Ächzend vor Angst tauchte Mali mit dem Kopf unter Wasser, tastete nach der Falle. Gurgelnd und atemlos kam er wieder mit dem Kopf hoch, tauchte wieder, kam nochmals zum Atemholen herauf, suchte wieder mit verzweifelter Kraft loszukommen. Zentnerschwer ruhte die Menschenfalle im Sand: eine meterlange, dickschalige Muschel, die größte Muschel der Erde.« Schließlich, als die Wellen schon mannshoch über die Unfallstelle hinwegbrandeten, gelang es dem jungen Mann, mit dem Arm zwischen die Schalenklappen zu greifen und den Schließmuskel mit der scharfen Kante seiner zerbrochenen Gürtelschnalle zu zerschneiden. »Ein letzter verzweifelter Zug mit seinem »Messer« — der Fuß ist frei! Ein letzter Stoß schnell den braunen Körper in die Höhe, saugend atmet er viele, viele Male.«

Einem ähnlichen Unfall haben wir den Fund der größten bisher bekannten Perle zu verdanken, die Anfang der dreißiger Jahre bei den Philippinen aus

einer Mördermuschel gewonnen wurde; sie wiegt sieben Kilogramm und hat eine Größe von 23 mal 15 mal 14 Zentimeter.

Unter den bei uns heimischen Muscheln sind die VENUSMUSCHELN (Familie Veneriidae) recht beachtenswerte Tiere. Auf Sand- oder Schlickböden sind sie oft recht zahlreich. Ähnlich den Herzmuscheln vermögen die meisten Venusmuscheln mit Hilfe ihres Fußes zu springen und sich dabei etliche Zentimeter weit fortzuschleunigen. Auch das Vorhandensein von zwei Schließmuskeln und von Ein- und Ausströmröhren (Siphonen) erinnert an die Herzmuscheln. Die Atmungsrohre der Venusmuscheln sind jedoch viel länger und größtenteils verwachsen; außerdem sehen diese Muscheln mit ihren fast ausnahmslos schwachrippigen und stachellosen Schalen, die oft mit zahlreichen, kräftigen, braunen Bändern verziert sind, schon äußerlich ganz anders aus als die Herzmuscheln. Zu den wenigen gerippten Arten gehört die RAUHE VENUSMUSCHEL (*Venus verrucosa*; SL 4 cm; Abb. 4, S. 168), die stellenweise ungemein häufig vorkommt und auch auf Fischmärkten zu finden ist. Ihre starken, lamellenartigen Rippen sind — ganz anders als die der Herzmuscheln — wie bei fast allen heimischen Venusmuscheln in Ringen angeordnet. Die Zeichnung der lichtbraunen Schalenklappen kann noch durch drei bis vier unterbrochene Bänder ergänzt werden, die die Ringbänder von innen nach außen kreuzen. *Venus gallina* ist etwas kleiner; in der Nordsee lebt sie in so großer Zahl, daß sie dort auf tieferen Sandböden die »Leitform« (d. h. die kennzeichnende Art) einer ganzen Lebensgemeinschaft ist. Ebenso häufig kommt — besonders im Mittelmeer — die eßbare BRAUNE VENUSMUSCHEL (*Callista chione*; SL 8 cm; Abb. 5, S. 168) vor.

Im Gegensatz zu den echten Venusmuscheln ist die GEMEINE TEPPICHMUSCHEL (*Venerupis perforans*) deutlich längsgestreckt; dadurch ähnelt sie in der Form einer abgestumpften Archenmuschel. Wie diese lebt sie gelegentlich in vorhandenen Bohrlöchern; das hat nicht selten eine Verformung der Schalen zur Folge, wenn das Loch für die wachsende Muschel zu eng wird.

Zu den Venusmuscheln gehört auch die QUAHOG-MUSCHEL (*Mercenaria mercenaria*), die von der nordamerikanischen Ostküste nach Nordwestfrankreich eingeführt wurde. Die Indianer der Algonkinstämme, die früher den Osten Nordamerikas bewohnten, verfertigten aus den Schalen dieser Muscheln Scheiben, die sie durchbohrten und zu Halsketten aufreichten. Unter dem Namen »Wampomeag« dienten diese Muschelketten als Zahlungsmittel. In mannigfaltigen Figuren zu kunstvollen Gürteln zusammengefügt, verwendeten die Indianer die Muschelscheiben als eine Art Vertragsurkunden, als »Wampun«.

Um die letzte Jahrhundertwende wurde noch eine weitere westatlantische Muschel nach Europa verschleppt: die AMERIKANISCHE BOHRMUSCHEL (*Petricola pholadiformis*). Sie ist — aus menschlicher Sicht betrachtet — ein »Schädling«, weil sie mit Hilfe ihrer vorderen gezackten Schalenränder mechanisch (also ohne chemische Lösungsmittel) in Holz, Torf, Ton und Ziegeln bohrt. Sie befällt aber auch zu kleinen Riffen angehäufte sandige Röhrenbildungen des Pümpwurms (*Sabellaria spinulosa*), eines Vielborstigen Ringelwurms (s. Band I), der oft in Massen vorkommt. Nicht einmal halb so groß wie die Amerikanische Bohrmuschel ist der bei uns heimische STEINER (*Petricola*

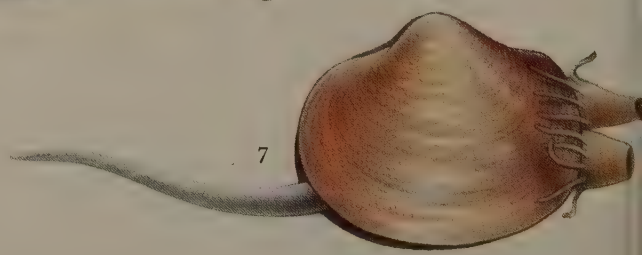
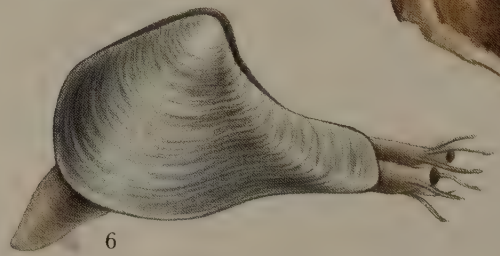
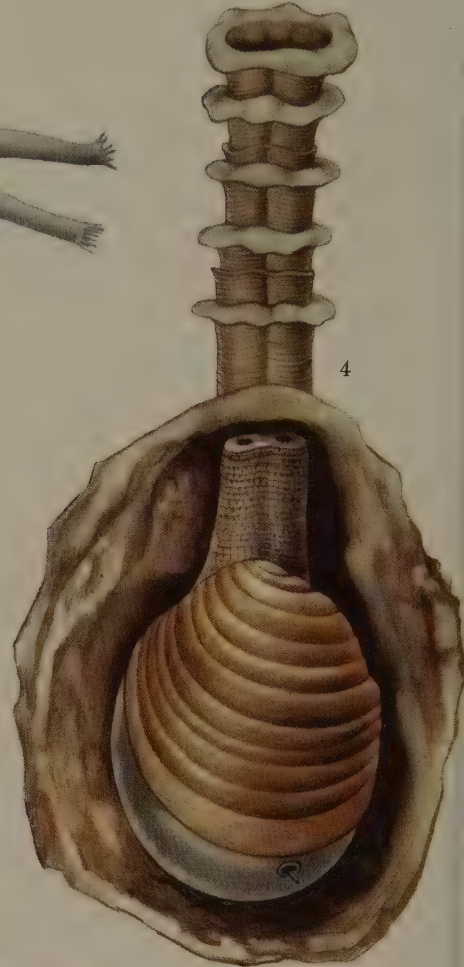
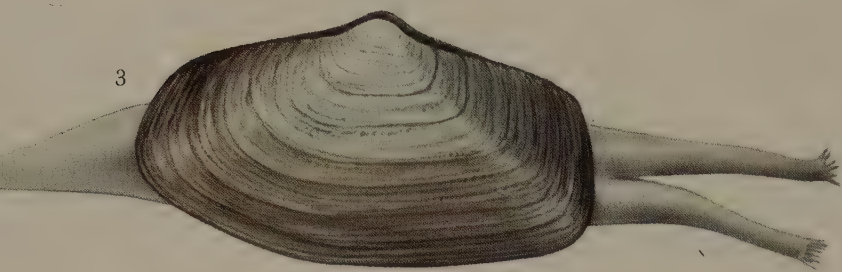
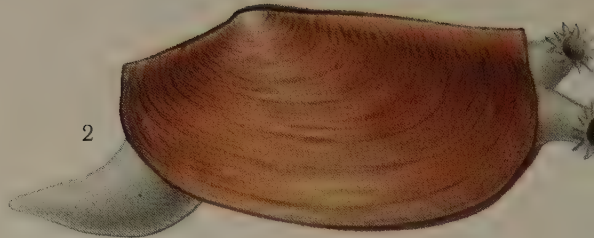
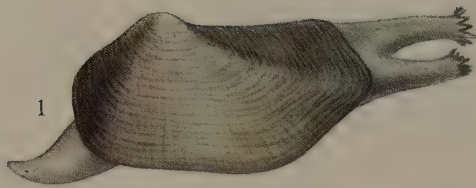
Familie

Venusmuscheln

Wenigzählige Muscheln:

1. Taschenmessermuschel (*Ensis siliqua*, s. S. 180)
2. Solen pellucidus (vgl. S. 179)
3. Klaffmuschel (*Mya arenaria*, s. S. 181)
4. Korbmuschel (*Corbula gibba*, s. S. 181)
5. Gemeiner Felsenbohrer (*Hiatella arctica*, s. S. 180)
6. Europäische Gastrochaena (*Gastrochaena dubia*, s. S. 181)
7. Norwegische Schiffsbohrmuschel (*Teredo navalis*, s. S. 182)
8. Krause Bohrmuschel (*Zirfaea crispata*, s. S. 182)
9. Weiße Bohrmuschel (*Barnea candida*, s. S. 182)
10. Gemeine Schiffsbohrmuschel (*Teredo navalis*, s. S. 182)





Zahnlose Muscheln:

1. Glasige Lyonsia
(*Lyonsia hyalina*, s. S. 184)
2. Büchsenmuschel
(*Pandora inaequalis*,
s. S. 184)
3. Zarte Thracie (*Thracia
papyracea*, s. S. 184)
4. Rauchfangmuschel
(*Clavagella aperta*, s. S. 185)
5. Siebmuschel (*Brechites
vaginiferum*, s. S. 185)
- a) Kalkröhre
- b) Weichkörper
6. *Cuspidaria typus*
(s. S. 186)
7. *Poromya granulata*
(s. S. 186)

lithophaga). Diese Bohrmuschel findet man bevorzugt auch in Kalkfelsen und allerlei Kalkgehäusen; im Mittelmeer lebt sie häufig in der Stachelauster und der Samtmuschel.

Wie die Quahog-Muschel von den Algonkin der amerikanischen Ostküste, so wurde an der Westküste Nordamerikas die PAZIFISCHE PLATTMUSCHEL (*Macoma nasuta*) von den Indianern als Geld benutzt. Sie gehört zu den PLATT- oder TELLMUSCHELN (Familie Tellinidae), die bei uns vor allem durch die PLATTE TELLMUSCHEL (*Tellina tenuis*, SL 2 cm) vertreten sind. Ihre Schale besitzt eine schöne rötliche Färbung, die durch ringförmig angeordnete Streifen unterbrochen ist. In der Nord- und Ostsee ist eine verwandte Art vorherrschend, die BALTISCHE PLATTMUSCHEL oder ROTE BOHNE (*Macoma baltica*; Abb. 6, S. 168). Zusammen mit der Eßbaren Herzmuschel bildet sie hier den Hauptbestandteil einer nach ihr benannten Lebensgemeinschaft auf sandigen Böden in weniger als fünfzehn Meter Tiefe. Weniger häufig ist die weiß bis zart rosa gefärbte ZERBRECHLICHE TELLMUSCHEL (*Gastrana fragilis*).

Ähnlich wie Herzmuscheln und Venusmuscheln sind auch die Tellmuscheln in großer Mannigfaltigkeit von Arten zu finden; die Zahl an Einzeltieren ist stellenweise ebenfalls sehr hoch. Im Gegensatz zu den meisten anderen Muscheln ernähren sich die Tellmuscheln nicht als Filterer; sie saugen vielmehr mit Hilfe des stark verlängerten Einstörmrohres die Oberfläche des Bodens ab und nehmen so die Nahrungsteilchen auf. Vor allem die rundliche PFEFFERMUSCHEL (*Scrobicularia plana*, SL 4–5 cm; Abb. 7, S. 168) ist für diese »pipetierende« Lebensweise bekannt. Sie kommt auf allen Sand- und Schlammböden unserer Küsten recht häufig vor; im Süden findet man sie auf den Fischmärkten. Ein richtiges Massenaufreten erreicht der SÄGEZAHN (*Donax trunculus*, SL 3 cm) im Schwemmland, so zum Beispiel im südfranzösischen Naturschutzgebiet der Camargue, wo die Tiere die Entwässerungsgräben und Lagunen anfüllen. Diese schön braunviolett gestreifte Muschel lebt nicht nur im Mittelmeergebiet; ihre Verbreitung erstreckt sich von Nordeuropa bis nach Westafrika. Seinen Namen verdankt der Sägezahn dem scharf geriffelten unteren Schalenrand. Trotz ihrer Lebensweise in häufig verschlammtem Untergrund wird diese Art wie die Auster und andere Muscheln von den Einheimischen im Süden roh gegessen.

Unterordnung Wenigzahnige Muscheln

Die dritte Unterordnung innerhalb der Ordnung Blattkiemer bilden die WENIGZÄHNIGEN MUSCHELN (Adapedonta). Schloß schwach entwickelt; mit oder ohne Hauptzähne; fast immer ohne Seitenzähne (Ausnahme: Trogmuscheln, s. S. 180). Schalen ohne Perlmutter. Fuß mit oder ohne Byssus. Ein- und Ausströmröhre (Siphonen) stets vorhanden, bei einigen Familien sehr lang, bei Scheidenmuscheln (s. unten) kurz und am Grunde verwachsen; teils von einer Kalkschicht umgeben, die auch die Schale umfaßt. Elf Familien in vier Überfamilien; etwa zweitausend Arten.

Trotz ihrer kaum sichtbaren Röhre sind die SCHEIDENMUSCHELN (Familie Solenidae; Abb. 1 u. 2, S. 177) sehr leicht von allen anderen Muscheln zu unterscheiden. Sie besitzen nämlich eine schmale, lange Schale, deren Form einer Messer- oder Schwertscheide ähnelt. Am bekanntesten ist wohl die von England bis zum Schwarzen Meer verbreitete GROSSE SCHEIDENMUSCHEL oder MESSERSCHIEDE (*Solen vagina*, SL 12 cm), deren gestreckte Schale die Scheiden-

form besonders deutlich zeigt. Die etwas gebogene SCHWERTMUSCHEL (*Ensis ensis*) und die TASCHENMESSERMUSCHEL *Ensis siliqua*, SL bis 20 cm; Abb. 1, S. 177) sind ebenso weit verbreitet. Alle drei Arten finden sich ziemlich regelmäßig auf Sandböden, in denen sie tiefe Röhren bewohnen. Mit ihrem am Vorderende — also nicht unten — hervorgestreckten Fuß gleichen sie tatsächlich einem Messer- oder Schwertgriff mit kurzer Klinge. Meist sind sie weißlich bis rosa gefärbt; besonders die Taschenmessermuschel trägt am Rücken zahlreiche violette Streifen. Die Große Scheidenmuschel ist in der Lage, sich auch auf festem Untergrund recht gut fortzubewegen: Wenn die Muschel bei geschlossenen Röhrenöffnungen mit einem Ruck ihren Fuß zurückzieht, so entsteht im wassergefüllten Mantelraum ein starker Überdruck. Dadurch wird das Wasser plötzlich ausgepreßt, so daß das Tier durch den Rückstoß bis zu dreißig oder gar sechzig Zentimeter fortgetrieben wird.

Die Schwertmuschel

Wie die Scheidenmuscheln, so treffen wir auch die GROSSE TROGMUSCHEL (*Mactra stultorum*, SL 6 cm; Abb. 8, S. 168) vor allem auf Sandboden an; stellenweise kommt sie aber auch auf schlammigem Untergrund vor. Ihre graugelbe Schale ist mit lichten Streifen gezeichnet, die vom Wirbel strahlenförmig nach außen ziehen und dieser Muschel den Namen »Strahlenkorb« eingetragen haben. Die rundlich dreieckigen Schalen mit ihrer an der Innenseite zart violetten Färbung sind nicht selten an unseren Küsten angespült. Im Gegensatz zu den übrigen Wenigzahnigen Muscheln besitzen die TROGMUSCHELN (Familie Mactridae) lamellenartige Seitenzähne im Schloß. Allein für die Gattung *Spisula* ist eine am Schloß gelegene dreieckige Grube kennzeichnend; in ihr liegt das die Schalenklappen verbindende Schloßband. Anders als die Große Trogmuschel kommt die DREIECKIGE TROGMUSCHEL (*Spisula subtruncata*; SL 2–3 cm) auf tiefer gelegenen Sandböden stellenweise in großen Massen vor. Vor allem in der Nordsee finden manche Arten von Bodenfischen, so zum Beispiel die Plattfische (s. Band V), durch diese Massensammlungen von Trogmuscheln (aber auch von Tellmuscheln, s. S. 179) reiche Nahrung. Die Muscheln sind auf diese Weise hier auch für die Fischerei von Bedeutung.

Die Trogmuscheln

Im Nordatlantik, dem Mittelmeer und an der afrikanischen Westküste ist der GEMEINE FELSENBOHRER (*Hiatella arctica*; SL 1 cm; Abb. 5, S. 177) weit verbreitet. Im Gegensatz zu anderen Bohrmuscheln schafft sich diese Art ihre Aufenthaltsorte nur selten selbst, indem sie mechanisch mit Hilfe ihrer Schalen im Gestein bohrt; meist bevorzugt der Felsenbohrer bereits vorhandene Spalträume und Löcher. Die Muschel dringt auch in See-Eicheln (beschalte Krebstiere, die zu den Rankenfüßern, s. Band I, gehören), in Wurzeln, Schwämme (*Geodia* s. Band I) und in leere Muschelschalen ein. Während der Gemeine Felsenbohrer schwache Schloßzähne besitzt, fehlen sie dem nahe verwandten RUNZELIGEN FELSENBOHRER (*Saxicava rugosa*). Diese Art ist etwas größer als die vorige und wird von einigen Zoologen nur als eine Abänderung des Gemeinen Steinbohrers angesehen. Der Runzelige Felsenbohrer ist über die ganze Welt verbreitet. Er lebt stets nur in Gestein; seine langen und miteinander verwachsenen Ein- und Ausströmröhre sind von einer Oberhaut bedeckt, die sie bei der Grabtätigkeit vor Beschädigung schützt. Die Kiemen sind in die unteren Röhrenabschnitte hinein verlängert.

Die Felsenbohrer

Die Klaffmuschel

Außerlich dem Gemeinen Steinbohrer sehr ähnlich, aber ohne verlängerte Kiemen ist die im Nordatlantik, der Nordsee und Ostsee häufige KLAFFMUSCHEL (*Mya arenaria*; SL 5–12 cm, KL 15–40 cm; Abb. 3, S. 177). In nicht zu tief gelegenen Sandböden findet sich diese Muschel eingegraben; sie steht nur durch ihre verwachsenen Ein- und Ausströmröhre mit der Oberfläche des Bodens in Verbindung. Diese Röhre können ein Mehrfaches der Schalenlänge erreichen; infolgedessen ist die Klaffmuschel oft bis zu dreißig Zentimeter tief im Boden versteckt. So liegt sie sicher geborgen und kann dabei doch atmen und Nahrung aufnehmen. Der Klaffmuschel nahe verwandt sind die KORBMUSCHELN (Gattung *Corbula*; SL 1–2 cm), unter ihnen die KORBMUSCHEL der europäischen Küsten (*Corbula gibba*; Abb. 4, S. 177) und die MITTELLÄNDISCHE KORBMUSCHEL (*Corbula mediterranea*). Im Gegensatz zur Klaffmuschel besitzen die Korbmuscheln nur sehr kurze Röhre, die zudem keine schützende Oberhaut aufweisen. Die rechte Schalenklappe umgreift die kleinere linke; die Tiere liegen in geringer Tiefe seitlich auf dem Grund, die rechte Klappe nach unten. Die Byssusdrüse der Korbmuscheln ist deutlich ausgebildet; die Tiere heften sich mit den Byssusfäden fest.



Europäische *Gastrochaena*
(*Gastrochaena dubia*).

Einem ganz anderen Lebensformtyp gehört die EUROPÄISCHE GASTROCHAENA (*Gastrochaena dubia*; SL 1 cm; Abb. 6, S. 177) an: Wie die Steindattel oder der Kalkesser (s. S. 152 und 171) benutzen die Tiere säurehaltige Drüsenstoffe, um in Felsen, Steinen oder dickwandigen Schalen zu bohren. Sich selbst umgeben sie mit einer eigenen Kalkschicht; ihre Schale und die überkörperlangen Ein- und Ausströmröhre werden so von einer Kalklage überdeckt, die bald birnenförmige, bald phiolenförmige Gestalt besitzt. In dieses »Sekundärgehäuse« werden nicht selten auch Sand oder andere Fremdkörper mit eingebaut, und durch vom Muschelkörper abgeschiedenen »Kalkkitt« verbunden. So kommt es, daß die Sekundärgehäuse von *Gastrochaena* sehr verschieden aussehen können; immer aber ist die doppelte Öffnung der Ein- und Ausströmröhre in Form einer Acht kennzeichnend. Bei Gehäusen mit abgestorbenen Tieren finden sich die beiden kleinen Schalenklappen häufig lose in der Kalkhülle.

Schon verschiedentlich haben wir mechanisch oder chemisch bohrende Muscheln besprochen (vgl. S. 152, 171 und 180). Die letzte Überfamilie der Wenigzahnigen Muscheln sind die Adesmacea; sie umfaßt unsere »klassischen« Bohrmuscheln. Die bohrende Lebensweise dieser Muscheln bedingt, daß ihre Schale keine Schloßzähne und kein Schloßband besitzt. (Adesmacea bedeutet die Bandlosen, vom griechischen α = ohne und $\delta\epsilon\sigma\mu\omicron\varsigma$ = Band.) Die beiden Klappen werden allein durch Muskeln zusammengehalten. Auf diese Weise sind die beiden Schalenhälften frei gegeneinander beweglich und können als Bohrgerät zusammenwirken. Zusätzliche Umbildungen der Schalenform und Verschiebungen einiger Organe stellen eine weitere Anpassung dar.

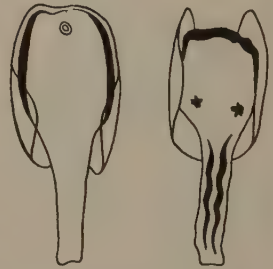
So hat zum Beispiel die GEMEINE BOHRMUSCHEL oder DATTELMUSCHEL (*Pholas dactylus*; SL 10–15 cm) eine Kipp-Bohr-Vorrichtung entwickelt: Jede ihrer Klappen trägt am Schloßrand einen nach außen abstehenden hebelartigen Schalenteil. Diese beiden Hebel sind durch den verlagerten vorderen Schließmuskel derart verbunden, daß der Muskelzug die Schale nicht schließt, sondern öffnet; der Schloßrand dient dabei als Gelenkscharnier. Der hintere Schließmuskel dagegen hat seine ursprüngliche Aufgabe als Schalenschließ-

beibehalten. Auf diese Weise können die mit starken Zacken, Rippen oder Zähnen besetzten Schalenklappen kräftig geöffnet und geschlossen werden, so daß beim Bohren eine raspelartige Bewegung möglich wird. Die Gemeine Bohrmuschel ist an den europäischen Küsten weit verbreitet; sie lebt in weichem Gestein. Die WEISSE BOHRMUSCHEL (*Barnea candida*; SL 7 cm; Abb. 9, S. 177) und die KRAUSE BOHRMUSCHEL (*Zirfaea crispata*; Abb. 8, S. 177) bevorzugen weichere Stoffe, wie Torf, Ton und Hölz. Während die Krause Bohrmuschel auf die Atlantikküsten Europas und Nordamerikas beschränkt ist, kommt die Weiße Bohrmuschel an der gesamten europäischen Küste vor und richtet an Hafenbauten manchen Schaden an. Von Norwegen bis in das westliche Mittelmeer ist die weniger bekannte kugelförmige HOLZBOHRMUSCHEL (*Xylophaga dorsalis*) verbreitet. Diese Art ist in Treibholz und auch in Tiefseekabeln anzutreffen; ihre beiden Geschlechter sind verschieden gestaltet. Alle Arten dieser Familie (Pholadidae) besitzen zusätzliche Kalkplatten in der Wirbelgegend als Schutz für den als Öffner dienenden vorderen Schließmuskel, der ja außerhalb der eigentlichen Schale liegt. Je nach der Art können eine bis vier derartige Platten entwickelt sein. Obwohl diese Bohrmuscheln in ihrem Bau so sehr von den anderen Muscheln abweichen, ernähren sie sich »normal« als Filterer. Dabei stellen die lang ausgezogenen Ein- und Ausströmröhren, die zu einem Doppelrohr verwachsen sind, die Verbindung zur Außenwelt her. An der Mündung dieses Rohres und am Mantelrand besitzt die Gemeine Bohrmuschel fünfdrüsiges Bezirke, die, wenn sie gereizt werden, einen grünlich leuchtenden Schleim absondern. Dieser Leuchtstoff kann mit dem Ausatemungsstrom ausgestoßen werden und dient offensichtlich dazu, Kleinstlebewesen als Nahrung herbeizulocken. Soweit wir wissen, sind diese Bohrmuscheln die einzigen Muscheln mit Leuchtvermögen.

Noch stärker sind die Arten der TEREDINIDEN (Familie Teredinidae) an die bohrende Lebensweise angepaßt. Ihr Fuß ist rückgebildet und ihre gesamte Schale als Bohrwerkzeug auf den vordersten Körperabschnitt beschränkt; der Körper selbst kann jedoch eine beträchtliche Länge erreichen, so bei der NORWEGISCHEN SCHIFFSBOHRMUSCHEL (*Teredo norvegica*; Abb. 7, S. 177) fünfzig bis hundert Zentimeter! Der Weichkörper dieser Muscheln ist ständig nackt und wird einschließlich der langen Ein- und Ausströmröhre — ähnlich wie bei *Gastrochaena* — von einer dünnen Kalkschicht umgeben, die den Bohrgang tapetenartig auskleidet. Die Schale ist am Vorderende mit feilenartigen Rippen besetzt und umgibt den Körper ringförmig. Die Klappen stoßen am Rücken und an der Unterseite nur in je einem Punkt zusammen, der als Gelenkkopf dient. So sind die Schalenhälften um eine senkrechte Achse beweglich. Am Ende der Atemrohre sind zwei Kalkgebilde, die sogenannten Paletten (Abb. S. 183) ausgebildet. Sie sind je nach der Art sehr verschieden geformt, so als Platten, als Ähren und dergleichen. Bei eingezogenen Atemrohren dienen die Paletten (Abb. S. 183) zum Verschuß des Bohrganges.

Alle Arten dieser Familie bohren in Holz; ihre zerstörende Tätigkeit kann man ohne weiteres mit derjenigen der Termiten vergleichen. Besonders die GEMEINE SCHIFFSBOHRMUSCHEL (*Teredo navalis*; KL 10–45 cm; Abb. 10, S. 177) richtet an Hafenbauten und Schiffsböden große Schäden an. Die bis über zwanzig Zentimeter langen Tiere treten nämlich oft in derartigen Mengen

Die Holzbohrmuschel



Leuchtende Körperstellen der Gemeinen Bohrmuschel.



Paletten der Kleinen Pfahlmuschel (1) und der Mitteländischen Schiffsbohrmuschel (2); (s. S. 182).

auf, daß sie ganze Anlagen unbrauchbar machen und vernichten können. So führte ein Massenvorkommen der Tiere 1731/32 in Holland fast zu einem unübersehbaren Verhängnis. Die Holzbauten der Dämme waren so stark befallen, daß ihre völlige Vernichtung drohte. Dieses Massenvorkommen wird durch natürliche Feinde, wie zum Beispiel Borstenwürmer und Bohrasseln, nur wenig beeinträchtigt; es wird begünstigt durch die hohe Nachkommenzahl und die wirksame Brutpflege der Schiffsbohrmuschel. Ein Weibchen bringt drei- bis viermal im Jahr ein bis fünf Millionen Eier hervor; die Jungen wachsen bis zum letzten Larvenstadium im Kiemenbrutraum der Mutter heran. Schon im Alter von nicht ganz drei Monaten sind sie geschlechtsreif; sie sind dann noch nicht länger als etwa fünf Zentimeter. Schiffsbohrmuscheln können ein Alter von drei Jahren erreichen. Durch die früheren Holzschiffe wurde die Gemeine Schiffsbohrmuschel einst weit verbreitet; im Schwarzen Meer zum Beispiel ist sie die vorherrschende Art. Im Mittelmeer allerdings ist die MITTELLÄNDISCHE SCHIFFSBOHRMUSCHEL oder SCHLAUCHRÖHRE (*Teredo utriculus*) zahlreicher; diese Art befällt nicht selten auch Taue und Tiefseekabel. Eine andere im Nordatlantik, im Mittelmeer und an der afrikanischen Westküste häufige Art ist die ATLANTISCHE SCHIFFSBOHRMUSCHEL (*Teredo peducellata*). Dagegen ist die KLEINE PFAHLMUSCHEL (*Bankia minima*) auf das Mittelmeer beschränkt. Sie erreicht immerhin auch noch über zehn Zentimeter Länge und unterscheidet sich besonders durch ährenförmige Paletten von den Schiffsbohrmuscheln. Allgemein scheint sie noch weniger wählerisch zu sein; man findet sie nämlich sowohl in festem Holz als auch in Treibholz und in Rinden. Ähnlich verhält sich die TREIBENDE SCHIFFSBOHRMUSCHEL (*Teredo megotara*) des Nordatlantik.

Im großen Gegensatz zu den ersterwähnten Bohrmuscheln der Familie Pholadidae ernähren sich die Schiffsbohrmuscheln und ihre Verwandten von der Masse, in die sie sich einbohren. An diese für Muscheln ungewöhnliche Ernährungsweise sind sie hervorragend angepaßt: Sie können bis zu achtzig vom Hundert der aufgenommenen Zellulose und bis zu fünfzig vom Hundert der Hemizellulose selbst verdauen. Gleich den »Holzwürmern« (den Larven der Klopfkäfer, s. Band II) füttern sich diese Muscheln also regelrecht durchs Holz. Das hat ihnen im Zusammenhang mit ihrer Körpergestalt auch fälschlich den Namen »Schiffswürmer« oder »Bohrwürmer« eingetragen. Trotz dieses wenig anregenden Namens werden die größeren Arten beider Familien gelegentlich auf Fischmärkten angeboten und gegessen.

Die letzte Unterordnung der Blattkiemer sind die ZAHNLOSEN MUSCHELN (*Anomalodesmacea*). Schloß ohne oder (bei der Gattung *Gleidothaerus*) nur mit schwachen Zähnen. Schalen meist mit Perlmutter; Fuß in der Regel ohne Byssusdrüse. Mantelränder fast völlig miteinander verwachsen, so daß nur der Fußspalt sowie die zu Rohren ausgezogenen Ein- und Ausströmöffnungen offenbleiben. Schloßband oft mit einem Kalkstück, dem »Lithodesma«. Neun Familien in zwei Überfamilien; zusammen etwa tausend Arten.

Auch an unseren Küsten ist die Gruppe der Zahnlosen Muscheln mit einigen Arten vertreten; sie sind jedoch wenig bekannt. So bleibt uns zum Beispiel die mit ihren Haftfäden am Untergrund befestigte GESTREIFTE LYONSIA (*Lyonsia striata*; SL 4 cm) gerade wegen ihrer festsitzenden Lebensweise meist

Unterordnung Zahnlose Muscheln

verborgen, obwohl sie von den Lofoten bis zu den Azoren und im Mittelmeer heimisch ist. Diese Muschel besitzt durch ihre fast rechteckige Schale gewisse Ähnlichkeiten mit den Archenmuscheln (s. S. 149), wenn auch die zwar kurzen, aber deutlichen Ein- und Ausströmröhre eine Verwechslung ausschließen. Ähnlich ist die etwas kleinere GLASIGE LYONSIA (*Lyonsia hyalina*; Abb. 1, S. 178) Nordamerikas; sie besitzt eine weißliche durchsichtige Schale.

Allen Zahnlosen Muscheln gemeinsam ist eine mehr oder minder ausgeprägte Ungleichheit der beiden Schalenklappen. Bei der BÜCHSENMUSCHEL (*Pandora inaequalis*; SL 2–3 cm; Abb. 2, S. 178) ist dieses Merkmal besonders deutlich: Die linke Schalenklappe zeigt im vorderen Abschnitt die gewöhnliche Wölbung; die rechte Klappe dagegen ist fast vollkommen flach. Dabei ist die gesamte Schale nach hinten leicht geschwungen und in Schnabelform ausgezogen; das verleiht dieser Art eine sehr kennzeichnende Gestalt. Die Büchsenmuschel ist im westlichen Atlantik von Spitzbergen bis Westafrika sowie im Mittelmeer verbreitet. Wie die übrigen Zahnlosen Muscheln mit Ausnahme der Lyonsia-Arten bildet sie keinen bleibenden Byssus aus.

Die Büchsenmuschel

Die gleichklappige, dünne Schale von *Pholadomya candida* fällt durch ihre starken, vom Wirbel ausstrahlenden Rippen etwas aus dem Rahmen der bisher behandelten Arten der Gruppe. Sie ist eine ausgesprochene Tiefenform des Atlantik im Bereich der Westindischen Inseln. An ihrem kleinen Fuß besitzt sie einen nach hinten ausgedehnten Fortsatz, das sogenannte Opisthopodium. Bei den Schnecken hatten wir solche mannigfaltige Vergrößerungen des Fußes — meist nach der Seite — schon kennengelernt (s. S. 100, 102, 124 u. 125); bei Muscheln sind sie jedoch eine seltene Ausnahme.

Die einzigen Zahnlosen Muscheln, die an den europäischen Küsten in mehreren Arten regelmäßig vorkommen, sind die THRACIEN (Familie Thraciidae). Ihre wenig auffallende Gestalt und ihre Lebensweise im Schlamm bringen es allerdings mit sich, daß sie in der Regel nur wenigen Fachkundigen ein Begriff sind. Die ZARTE THRACIE (*Thracia papyracea*; SL 3–4 cm; Abb. 3, S. 178) bildet als häufigste Art hierin vielleicht noch eine Ausnahme; die gleich weit verbreitete VERSTECKTE THRACIE (*Thracia pubescens*) oder die RUNDE THRACIE (*Thracia convexa*) im Nordatlantik dagegen sind kaum bekannt. Wie alle Thracien besitzt auch die FALSCH E THRACIE (*Ixartia distorta*) keine Perlmutter-schicht; ihre langen Ein- und Ausströmröhre sind nicht miteinander verwachsen und können vollkommen eingestülpt werden. Auch durch ihre sehr unregelmäßige Schale weicht die Falsche Thracie von ihren Verwandten ab. Sie ist von Skandinavien bis ins östliche Mittelmeer verbreitet.

Familie Thracien

Wer zum erstenmal einen Vertreter der CLAVAGELLIDEN (Familie Clavagellidae) in die Hand bekommt, wird dieses absonderliche Tier wohl kaum für eine Muschel halten. Die stark rückgebildete, sehr kleine Schale kann man höchstens als Anhängsel bezeichnen, die Klappen bedecken nur noch einen ganz kleinen Teil des Tieres. Die Mantelränder sind bis auf die Öffnungen der Ein- und Ausströmröhre und auf einen kleinen Fußschlitz vollkommen miteinander verwachsen; zusammen mit den langen Atemkanälen verleihen sie den Tieren die Form einer Walze. Der Mantel bildet, wie wir das bei *Gastrochaena* (s. S. 181) schon kennenlernten, eine Kalkhülle aus, die vom eigentlichen Tier nichts mehr erkennen läßt.

Bei den RAUCHFANGMUSCHELN (Gattung *Clavagella*), von denen wir *Clavagella aperta* (Abb. 4, S. 178) erwähnen, wird nur die linke Schalenklappe in dieses »Sekundärgehäuse« mit einbezogen, während die rechte frei bleibt. Fast alle Rauchfangmuscheln bohren mit Hilfe von kalklösenden Drüsenabsonderungen, also auf chemischem Wege. Sie dringen in Kalkstein, Korallen oder Schalen ein. Die Kalkröhre um ihre verwachsenen Ein- und Ausströmröhren wird – durch das Größenwachstum bedingt – in Abständen erneuert und bietet einen eigentümlichen Anblick, der den Tieren ihren Namen eingetragen hat.

Nicht weniger abweichend sind die GIESSKANNENMUSCHELN (Gattung *Brechites*) gebaut, von denen wir die Art *Brechites vaginiferum* (Abb. 5, S. 178) nennen. Sie leben im Sand oder Schlamm eingegraben. Dabei ist das Vorderende zusätzlich mit einer siebartig durchbrochenen Kalkplatte bedeckt, die den Tieren auch den Namen Siebmuscheln eingetragen hat. Bei den Angehörigen dieser Gattung sind die beiden winzigen Schalenklappen vollkommen in das »Sekundärgehäuse« mit einbezogen, und auch bei ihnen entstehen durch das Größenwachstum Kalkkrausen um die Ein- und Ausströmröhre. Alle Rauchfang- und Gießkannenmuscheln sind nicht bei uns beheimatet; einige Arten dieser Gattungen kommen im Roten Meer vor, wie die abgebildete zwölf Zentimeter große Siebmuschel (Abb. 5, S. 178). Trotz ihrer so sehr abweichenden Körperformen besitzen die Tiere echte Blattkiemen, die allerdings lang und schmal ausgezogen sind und in den Einstromkanal hineinreichen. Der sehr kleine Fuß hat bei diesen Formen keine wesentliche Bedeutung mehr.

Ordnung Verwachsenkiemer

Die letzte Ordnung der Muscheln sind die VERWACHSENKIEMER (Septibranchia). Echte Kiemen fehlen, Mantelhöhle jederseits durch eine durchbrochene waagerechte Scheidewand (Horizontalseptum) unterteilt, die die Aufgabe der Kiemen übernimmt. Schloß ohne oder mit schwachen Zähnen. Beide Schließmuskeln vorhanden. Ein- und Ausströmröhre (Siphonen) vorhanden. Drei Familien mit zusammen etwa dreihundert Arten.

Wieweit die durchbrochene und stark durchblutete waagerechte Scheidewand in der Mantelhöhle der Verwachsenkiemer den Kiemen bei den übrigen Muscheln und Weichtieren entspricht, ist noch nicht geklärt. Diese Besonderheit erscheint jedoch auffallend genug, um eine Abtrennung der Gruppe als eigene Ordnung zu rechtfertigen. Nach neueren Untersuchungen wird die Annahme einer Eigenständigkeit der Verwachsenkiemer auch durch Bau und Arbeitsweise des Darmkanals, vor allem des Magens, unterstützt; die Tiere ähneln in dieser Hinsicht den Fiederkiemern. Vielfach faßt man aber die Verwachsenkiemer auch mit den Zahnlosen Muscheln zusammen, weil die beiden Gruppen in ihrem Bau einander recht ähnlich sind. So sind bei den Verwachsenkiemern wie bei den Zahnlosen Muscheln die Mantelränder fast völlig verwachsen; die Schloßzähne sind bei beiden Gruppen wenig oder gar nicht entwickelt, und das Schloßband enthält meist eine Kalkeinlagerung (*Lithodesma*). Schon diese wenigen Hinweise zeigen deutlich die Schwierigkeiten und Unzulänglichkeiten, mit denen sich die Systematik der Muscheln auseinandersetzen muß.

Fleischesser der Tiefsee

Alle Verwachsenkiemer sind Tiefseebewohner. Die meisten Arten ernähren sich nicht als Filterer, sondern sind Fleischesser. Eine Art, die auch

in der Nordsee vorkommt, ist *Lyonsella abyssicola* (vom griechischen ἄβυσσος = Abgrund und vom lateinischen colare = bewohnen, also »Abgrundbewohner«). Die Angehörigen der Gattung *Lyonsella* und ihre Verwandten weichen nur im Körperbau von den übrigen Muscheln ab. Die Vertreter der beiden übrigen Familien aber, die POROMYIDEN (Poromyidae) und die CUSPIDARIIDEN (Cuspidariidae) zeigen auch in biologischer Hinsicht eine Sonderanpassung. Die jederseitige Kiemenscheidewand dient bei diesen Muscheln nämlich zusätzlich als Pumpe: Sie hebt und senkt sich wie ein Zwerchfell und befördert auf diese Weise das Wasser durch das einstülpbare Einstörmrohr in die Mantelhöhle. Sehr eigenartig ist die Lage der Tiere. Sie stecken nämlich mit dem Rücken und dem Vorderende nach unten im Schlamm; dadurch gleiten die Nahrungsstücke auf der Scheidewand nach unten zur Mundöffnung, wo die Beute von den Lappen des auffallend großen Mundes erfaßt und in den Darm befördert wird. In Zusammenhang mit dieser Ernährung ist — im Gegensatz zu den Strudlern — der Gallertstiel im Magen (s. S. 145) sehr klein; es kommen ja nur geringe Mengen an Kleinstteilchen zur Verdauung. Übrigens ist die Schale der Tiefseeformen *Lyonsella*, *Poromya granulata* sowie die ihrer Verwandten innen mit Perlmutter ausgekleidet; den Cuspidariiden dagegen fehlt diese Schicht.

Zu den wenigen bei uns heimischen Arten gehört die schon erwähnte *Poromya granulata* (Abb. 7, S. 178). Sie kommt im Nordatlantik vor, ist aber auch bis nach Mittelamerika verbreitet. Die fast kugelige Muschel ist nur etwa eineinhalb Zentimeter groß. Auch die übrigen Verwachsenkiemer werden nicht größer als zweieinhalb Zentimeter. Eine etwas auffallendere Gestalt besitzt die weiße, im Nordatlantik und im Mittelmeer verbreitete *Cuspidaria typus* (Abb. 6, S. 178). Wie alle Angehörigen ihrer Familie ist sie nach hinten stark verschmälert, so daß eine Keulenform entsteht. Dieser ausgezogene »Schnabel« bedeckt und schützt großenteils die getrennten, mit drei bis vier Tentakeln ausgerüsteten Ein- und Ausstörmrohre. Besonders ausgeprägt ist diese Schalenverlängerung bei *Cuspidaria rostrata*, die auf den Tiefenböden des Nordatlantik einschließlich der Nordsee lebt.

Aus der Fülle von nahezu zwanzigtausend Muschelarten konnten wir nur einige wenige Beispiele auswählen. Dabei zeigt es sich, daß selbst diese wenig auffallenden, meist sogar unscheinbaren Tiere über einen ungeahnten Reichtum an fesselnden und wissenswerten Lebenserscheinungen verfügen. Das Leben der Muscheln ist zwar wenig »sensationell«, dafür aber hoch spezialisiert und erstaunlich vielseitig. Nur der oberflächliche Betrachter wird diese Tiere »langweilig« finden.

Perlboote:

1. Neukaledonisches Perlboot (*Nautilus macromphalus*, s. S. 193)
- Tintenschnecken i. e. S.:
2. Posthörnchen (*Spirula spirula*, s. S. 202)
3. Mittelmeersepieole (*Sepiola rondeleti*, s. S. 206)
4. *Rossia mastigophora* (s. S. 206, vgl. Abb. S. 224)
5. Gemeiner Tintenfisch (*Sepia officinalis*, s. S. 203, vgl. Abb. S. 224)





Siebentes Kapitel

Die Kopffüßer

Klasse
Kopffüßer

von L. v. Salvini-Plawen

Zoologische
Stichworte

Auf unserem Erdball hat das tierliche Leben drei besonders eindrucksvolle Höhepunkte seiner Entwicklung erreicht: die Wirbeltiere mit den Säugetieren und dem Menschen, die Gliederfüßer mit den Insekten und die Weichtiere mit den Kopffüßern. Dank der hohen Ausbildung ihrer Sinnesorgane, besonders der Augen, ihrer bedeutenden Gehirnentwicklung und ihres ausgezeichneten Schwimmvermögens können die KOPFFÜSSER (Klasse Cephalopoda) in ihrem Lebensraum mit Wirbeltieren um Nahrung und Dasein in Wettbewerb treten.

Kleine bis sehr große Schalenweichtiere; GL (einschließlich Arme) 1 cm bis 22 m. Eingeweidesack zur ursprünglichen Körperachse Mund–After um fast 45° nach oben abgewinkelt; birgt, vom Mantel umgeben, sämtliche inneren Organe. Schale oft in Rückbildung und vom Mantel überwachsen, nur bei Perlbooten (s. S. 193) gut ausgebildet. Fuß zu mindestens acht muskelstarken Fangarmen und einem verschließbaren »Trichter« (der erhabenen, sehr engen, quergestellten Öffnung des Mantelraums) umgebildet; Fuß als »Kopf« deutlich vom Rumpf abgesetzt, mit auffallend großen, hochentwickelten Augen (s. S. 200). Mundöffnung inmitten der Armansätze, mit häufig kreisförmiger Doppellippe, Raspelzunge (Radula, s. S. 190) und papageischnabelartigem Kiefer (s. unten). Ein bis zwei Paar Vorderdarmdrüsen (teils mit giftigem Drüsenstoff); Magen dreiteilig mit paariger Verdauungsdrüse. Nierenorgane meist paarig (s. S. 190). Herzkammer unpaar, mit – je nach Kiemenzahl – ein oder zwei Paar Vorhöfen; pumpt die Blutflüssigkeit durch eine starke vordere und eine dünne hintere Hauptschlagader (Aorta) in den Körper. Blutkreislauf fast geschlossen, teilweise mit echten Haargefäßen (Kapillaren). Getrenntgeschlechtlich; Keimdrüsen unpaar verschmolzen im Rumpfbereich, münden häufig nur noch einseitig durch einen Geschlechtsgang aus. Bei ♀♀ oft Eischalendrüse (Nidamentaldrüse) unter der Haut vorhanden, die Stoffe zur Eischalenbildung liefert und in die Mantelhöhle mündet. Entwicklung der meist dotterreichen Eier (soweit bekannt) unmittelbar, ohne echte Larvenstufe. Wachstum unbegrenzt; Lebensdauer ein oder mehrere Jahre. Ausschließlich Meeresbewohner mit vorwiegend räuberischer Lebensweise.

Die Kopffüßer gliedern sich in zwei Unterklassen: 1. Perlboote (Tetrabranchiata, s. S. 193) mit nur einer Familie, 2. Tintenschnecken (Dibranchiata, s. S. 195) mit drei Ordnungen. Insgesamt etwa 730 Arten, weitere 10 500 Arten ausgestorben.

Kalmare:

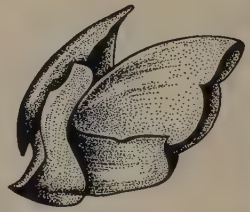
1. Gemeiner Kalmar (*Loligo vulgaris*, s. S. 206)
2. Pfeilkalmarlarve (*Ommatostrephes*; früher für eine eigene Gattung gehalten: *Rhynchoteuthis*, s. S. 211)
3. Gemeiner Hakenkalmar (*Onychoteuthis banksi*, s. S. 209)
4. Pfeilkalmar (*Ommatostrephes sagittatus*, s. S. 210)
5. Wunderlampe (*Lycoteuthis diadema*, s. S. 208)
6. Segelkalmar (*Histiotheuthis bonelliana*, s. S. 210)

Die KOPFFÜSSER (Cephalopoda; vom griechischen κεφαλή = Kopf und πούς = Fuß) sind durch ihren abgesetzten Kopf mit acht oder mehr kräftigen und oft recht langen Fangarmen — die nebenbei auch der Fortbewegung dienen — sowie durch den sackartigen bis torpedoförmigen Rumpf leicht von allen anderen Weichtieren zu unterscheiden. Nur die Perlboote (s. S. 193) tragen sichtbar eine echte Schale; bei den Tintenschnecken ist der rückgebildete Schalenrest durch das Verwachsen zweier Mantelfalten ins Innere des Mantelgewebes verlagert. Auffällig sind die großen, hochentwickelten Augen der Kopffüßer. In der Bildung von Linse und Regenbogenhaut (Iris) ähneln sie bei den meisten Formen den Augen der Wirbeltiere. Im Gegensatz zu diesen entstehen die Kopffüßeraugen aber nicht als Gehirnausstülpungen (s. Band IV, S. 23), sondern als Hauteinstülpungen. Infolgedessen sind die Sehzellen nicht wie bei den Wirbeltieren von der Linse abgewandt, sondern ihr zugewandt; zweifellos ist das für die Lichtausbeute günstiger. Der Sehvorgang gleicht weitgehend dem der Lurche, Kriechtiere und Kerbtiere: Es wird keine »Fotografie« der erfaßten Umgebung am Augenhintergrund abgebildet, sondern die Licht- und Farbunterschiede werden nur bei bewegtem Gegenstand erfaßt und als Reize aufgenommen (Mustererkennung).

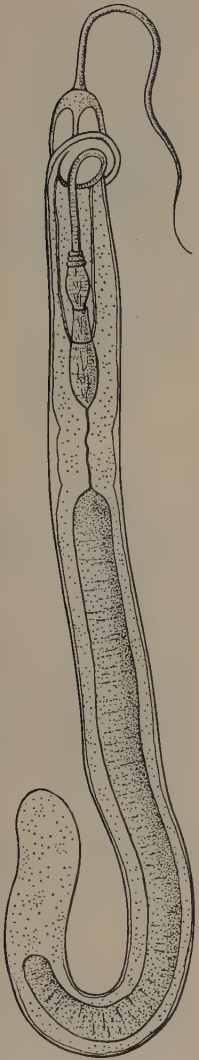
Die aus einer hornähnlichen Masse bestehenden Kiefer sind Abscheidungen der Schlundwände; sie ähneln einem Papageienschnabel. Allerdings greift nicht, wie bei den Papageien, der Oberschnabel über den Unterschnabel; vielmehr drückt er mit Hilfe starker Muskeln seine scharfe Spitze tief zwischen die ihn seitlich überragenden Schneiden des Unterkiefers hinein und vermag dabei selbst Krebspanzer und Fischschädel zu durchbeißen. Die Raspelzunge ist löffelförmig und besteht aus Querreihen mit meist je sieben Zähnen. Bei den fleischessenden Kopffüßern ist sie kräftig entwickelt und wegen der gleichartigen Ernährung auch meist recht einheitlich geformt. Sie dient ausschließlich dazu, die Nahrung hinabzubefördern. Bei Kleintier- oder Plankton-(Geschwebe-)Essern jedoch, wie zum Beispiel bei *Spirula* oder bei den Cirroteuthiden (s. S. 202 und 215), ist die Raspelzunge zurückgebildet oder fehlt ganz.

Die Nierenorgane stehen in sehr bezeichnender Weise mit den Blutgefäßen in Verbindung: Die auf den Nierensäcken verlaufenden Blutadern (Venen) bilden an der Berührungsfläche zahlreiche traubenförmige Aussackungen (so genannte Venenanhänge), die sich in die Wände der Nierensäcke austülpeln. So wird die gemeinsame Oberfläche vergrößert, und die Ausscheidungen werden aus dem verbrauchten Blut in den Nierenhohlraum abgegeben. In der Blutflüssigkeit (Hämolymphe) ist neben den Blutzellen — für deren Nachschub eine Blutdrüse nahe dem Auge sorgt — ein kupferhaltiger, sauerstoffbindender Farbstoff enthalten, das Hämocytein. Mit Sauerstoff beladen sieht dieser Farbstoff bläulich aus; ohne Sauerstoff jedoch farblos.

Mit Ausnahme des Scheibenschirms (*Opisthoteuthis*, s. S. 216) bilden alle männlichen Kopffüßer Samenpakete (Spermatophoren). Diese drei bis zehn Millimeter langen, festwandigen und röhrenförmigen Kapseln werden von einer besonderen Drüse erzeugt; nur ihr hinterer Teil enthält Samenzellen; der vordere ist mit einer gallertartigen Masse angefüllt, die bei Berührung mit weiblicher Drüsenabsonderung zur explosionsartigen Entleerung dient.



Der papageischnabelartige Kiefer des Nordischen Kalmars.



Ein Samenpaket (Spermatophore) des Gemeinen Tintenfisches.

Bei der Begattung überträgt das Männchen das Samenpaket mit Hilfe eines oder mehrerer Arme auf das Weibchen.

Das Vermögen, verlorene Körperteile zu ersetzen, ist bei zahlreichen Kopffüßerarten beachtlich; es wird schon im Altertum häufig beschrieben. Vermutlich gehen die Sagen vom Medusenhaupt und von der Hydra, der für jeden abgeschlagenen Kopf zwei neue nachwachsen, auf die Fähigkeit des Kraken (*Octopus*) zurück, einen verlorenen Arm durch einen oder gar durch mehrere neue zu ersetzen. Auch Schalen, Saugnäpfe und Flossen werden bei verschiedenen Arten nach Verletzungen neu gebildet; bei einer Krakenart, *Octopus defilippii*, scheint sogar Selbstverstümmelung der Arme regelmäßig vorzukommen (s. Abb. S. 192).

Die sehr unterschiedliche Lebensweise der einzelnen Kopffüßerformen drückt sich auch in ihrer Fortbewegungsart aus. Wenn auch alle Arten fähig sind, das Atemwasser unter hohem Druck durch den Trichter auszupressen und auf diese Weise durch Rückstoß zu »schwimmen«, so herrschen doch bei vielen Kopffüßern andere, oft ungewöhnliche Fortbewegungsweisen vor. Je nach der Verwandtschaftsgruppe überwiegt ein Kriechen mit Hilfe der Fangarme, ein Schweben durch Wellenbewegungen des Flossensaums, aber auch durch Gewichtsverminderung (infolge Schalenrückbildung oder durch Gasbehälter), oder es ist ein regelrechtes Rückstoßschwimmen. Manche Arten können durch Rückstoßkraft sogar aus dem Wasser schießen und bis zu fünfzehn Meter weit durch die Luft gleiten.

Die ausgeprägte Räubernatur der Kopffüßer bedingt ein weitgehendes »Einsiedlerleben«, das nur zur Fortpflanzungszeit unterbrochen wird. Andererseits schließen sich zahlreiche Arten zu Schwärmen zusammen, um weite Wanderungen zu unternehmen, und erlangen auf diese Weise auch wirtschaftliche Bedeutung, so der Nordamerikanische Kalmar (*Loligo pealei*). Diese Massensammlungen sind größtenteils Laichwanderungen, in anderen Fällen folgen die Kopffüßer Fischschwärmen (Nahrungswanderungen) und führen so in weitgehend festgelegten Wegen regelmäßig wiederkehrende Schwarmzüge durch. Von einigen Tiefseebewohnern sind senkrechte Wanderungen bekannt; dabei steht das nächtliche Auftauchen an die Oberfläche wahrscheinlich mit der Begattung und Eiablage in engem Zusammenhang — es handelt sich also auch hier um Laichwanderungen. Die Nahrung setzt sich vorwiegend aus Krebsen, Fischen und Weichtieren zusammen. Selbst Jungtiere der eigenen Art dienen als Beute. Nur wenige, sehr hoch entwickelte Arten, unter ihnen besonders die Gallertkalmare (Familie Cranchiidae), ernähren sich von kleinsten Lebewesen und von Schwebestoffen tierlicher oder pflanzlicher Herkunft, die wohl auch die Nahrung der Jungtiere sind.

Feinde der Kopffüßer sind vor allem Zahnwale, wie der Pottwal und der Entenwal (s. Band XI, S. 478 ff.), sowie Fische, unter ihnen Haie, Rochen und Dorsche (s. Band IV, S. 96 ff., 123 f. und 429 ff.). Doch fallen auch den Robben, Sturmvögeln (s. Band VII, S. 136) und Pinguinen viele Kopffüßer zum Opfer. So berichtet Carl Chun von einem Kaiserpinguin, der sechzig Tintenschneckenkiefer im Magen hatte.

Als Lebensraum bevorzugen die Kopffüßer Meere mit höherem Salzgehalt (3,2 bis 3,75 v. H.). Ihre Artenzahl ist in den warmen Meeren am reichsten,

die Mengen an Einzeltieren dagegen in kälteren Gebieten am größten. Die Meerestiefen besiedeln sie bis unter fünftausend Meter hinab; hier haben sich besondere Tiefseeformen entwickelt. In europäischen Gewässern sind etwa 130 von insgesamt 730 Arten bekannt: ungefähr 35 in nordeuropäischen, 45 in westeuropäischen und 50 in südeuropäischen Gewässern.

Bezeichnenderweise ist das Mittelmeer (zusammen mit den Gebieten um die Sunda-Inseln und um Japan) am reichsten mit Arten bevölkert; im Gegensatz dazu konnten im Schwarzen Meer und in der Ostsee allerdings keine Kopffüßer beobachtet werden, weil in diesen Gewässern der erforderliche Salzgehalt zu gering ist.

Unsere Kenntnis der Kopffüßer geht weit in die Geschichte zurück. Davon geben nicht nur spätmittelalterliches »Seemannsgarn« und Volkssagen Zeugnis. Schon Aristoteles und Plinius der Ältere machten Aufzeichnungen über einige Arten. Manche Formen sind von minoischen und mykenischen Darstellungen, also aus der Zeit vor rund viertausend Jahren bekannt, in denen sie als Verzierungen dienten; ja, im späminoischen Kreta entwickelte sich sogar ein eigener ornamentaler »Meeresstil« (um 1500–1470 v. Chr.), bei dem neben Delphinen, Seesternen und Purpurschnecken besonders auch Kopffüßer (*Octopus*, *Argonauta*) dargestellt wurden. Schalenstücke und Saugnapfringe werden heute noch bei manchen Naturvölkern zu Ketten und Ringen verarbeitet und als Schmuck verwendet.

Allerdings spielten außergewöhnliche und unerklärliche Entdeckungen und Vorgänge auch in Brauchtum und Aberglauben eine bedeutende Rolle: Besonders Fossilfunde in früheren Zeiten lieferten Stoff für Götterlehren und Heilkunde.

In der stammesgeschichtlichen Beurteilung der beiden einzigen gegenwärtig lebenden Gruppen, der Perlboote und der Tintenschnecken, bestehen erhebliche Unklarheiten. Bemerkenswert erscheinen die neuesten Befunde, nach denen vorweltliche Bactritiden und Goniatiten, die dem Ursprung der Ammoniten und Tintenschnecken nahe stehen (vgl. S. 24), nicht mehr als zehn Fangarme besessen haben sollen, daneben eine siebenzählige Raspelzunge und (zumindest die Goniatiten) einen Tintenbeutel. Wenn die beiden Entwicklungslinien, die heutigen Tintenschnecken und die ausgestorbenen Ammoniten, mit zehn Fangarmen, Tintenbeutel und einer siebenreihigen Reibzunge ausgestattet waren, mag eine ähnliche Ausbildung auch für den »Ur-Kopffüßer« zutreffen; das heißt, der dritte Zweig der perlbootartigen Kopffüßer würde aus dieser Sicht eine eigene Seitenlinie mit Rückbildung des Tintenbeutels und Vervielfachung der Fangarme und wohl auch der Kiemen darstellen und nicht, wie bisher angenommen, einen ursprünglichen Zustand.

Umstritten bleibt die Frage dennoch auch im Hinblick auf die sechs- bis zehnzipfelige Mundhaut (Buccalmembran) der Zehnarmigen Tintenschnecken (vgl. S. 201), die einige Zoologen für den Rest eines inneren Kreises von Fangarmen halten.

Wenn das zutrifft, dann wäre das ein Hinweis auf ehemals insgesamt sechzehn bis zwanzig Fangarme; die Armzahl hätte sich dann bei Tintenschnecken und Ammoniten auf zehn bis acht verringert, bei den Perlbooten hingegen auf achtzig bis neunzig erhöht.



Wiederherstellung (Regeneration) einer Fangarmspitze mit Verzweigungen beim Gemeinen Kraken (s. S. 191).

Stammesgeschichte der Kopffüßer

Unterklasse
Perlboote

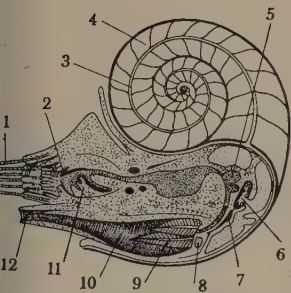
Zoologische
Stichworte

Ungeachtet dieser stammesgeschichtlichen Frage lassen sich unter den heute lebenden Kopffüßern die PERLBOOTE (Tetrabranchiata) als eigene Unterklasse von allen übrigen Ordnungen abtrennen, da ihr Körperbau einschneidende Unterschiede zu dem der Tintenschnecken zeigt.

GL 10 bis 27 cm. Gut entwickelte äußere Schale symmetrisch gebaut, in einer Ebene (plan-spiralig) nach vorn aufgewunden, gekammert und von einem Rohrfortsatz des Körpers (Sipho) durchzogen. Kopffuß mit 82 bis 90 Armen ohne Saugnäpfe; Trichter zweiteilig und nicht verwachsen; Raspelzunge mit 13 Zähnen je Querreihe; kein Tintenbeutel. Je zwei Paar Nieren, Kiemen, Osphradien und Herzvorhöfe. Einfache Grubenaugen ohne Linse und Glaskörper. Entwicklung unbekannt. Nur eine Familie: PERLBOOTE (Nautilidae) mit der einzigen Gattung *Nautilus* und sechs Arten: 1. GEMEINES PERLBOOT oder SCHIFFSBOOT (*Nautilus pompilius*), GL bis 20 cm. 2. SALOMONS-PERLBOOT (*Nautilus scrombiculatus*), GL bis 25 cm. 3. NEUKALEDONISCHES PERLBOOT (*Nautilus macromphalus*; Abb. 1, S. 187), GL bis 20 cm. Drei weitere Arten vor der australischen Küste.

Die Besonderheiten dieser Tiergruppe haben ihren wenigen heute noch lebenden Vertretern eine Reihe verschiedener Namen eingetragen: Wegen ihres schwebenden Dahintreibens auf der Wasseroberfläche und wegen der schimmernden, perlmuttrig glänzenden Innenschicht ihres großen Gehäuses nennt man sie »Perlboote«; tatsächlich kommen gelegentlich Perlbildungen vor (vgl. S. 152). Die Bezeichnung »Kammerschnecken« betrifft den Schalenaufbau: Ein Längsschnitt durch die Schale zeigt nämlich, daß sie aus einer kleineren oder größeren Anzahl hintereinanderliegender Kammern besteht. Sie sind mit Gas gefüllt und lediglich durch einen röhrenartigen Körperfortsatz in der Mitte mit dem »eigentlichen« Tier verbunden. Dieses befindet sich in der letzten äußeren Kammer und scheidet — durch das Größenwachstum bedingt — von Zeit zu Zeit an der Mantelfläche eine neue Scheidewand hinter sich ab. Die Verwachsungsnäht einer solchen Trennwand mit dem Gehäuse wird als Anwachs-, Loben- oder Suturlinie bezeichnet. Wie bei den ursprünglichen Schneckenlarven rollt sich die Schale nach oben kopfwärts spiralig ein, diese Art der Einrollung nennen wir exogastrisch (vgl. S. 48). Die Nautilusarten sind auch als Vierkiemer (Tetrabranchiata) bekannt (zum Unterschied von den zweikiemigen Tintenschnecken).

Wie bei allen Weichtieren überdeckt der Mantel die Rückenfläche des Eingeweidesackes, jedoch bildet er bei den Perlbooten einen oberen Lappen aus, der nach hinten geschlagen der Schale anliegt. Auffallender als diese Besonderheit des Mantels sind die bis zu neunzig Fangarme. Sie sind kurz und bestehen jeweils aus einem dicken Schaft und einem dünnen geringelten »Fühler« (Tentakel). Er kann in den Schaft wie in eine Scheide zurückgezogen werden. Die Scheiden der vier vordersten (oberen) Fangarme sind verschmolzen, so daß sie eine Kopfkappe bilden und als schön gezeichneter »Schild« des Tieres auffallen (Abb. 1, S. 187). Weitere Fangarme umgeben in zwei unvollständigen Kreisen (innen 44–52, außen 38) die Mundöffnung und sind zum Teil als Begattungswerkzeuge umgebildet; an der »Bauchseite« (also hinter dem Mund) sind sie durch den Trichter unterbrochen. Im Gegensatz zu den Tintenschnecken fehlen den Perlbooten die Saugnäpfe an den Fangarmen,



Anatomie der Perlboote:
1 Fangarme, 2 Kiefer, 3
Schalenröhre (Sipho), 4
Schale, 5 Magen, 6 Keim-
drüse, 7 Herz, 8 Niere, 9
Fiederkiemen, 10 Mantel-
(Pallial-)Raum, 11 Raspel-
zungenapparat, 12 Mantel-
trichter.

jedoch liegt an jedem ein mundseitiges Haftpolster, das einen klebrigen Drüsenstoff erzeugt. Nach ihrer Aufgabe kann man die Fangarme in »Geschmacksfühler« und »Greiftaster« einteilen.

Die auffallenden großen und gestielten Augen sind einfach gebaut. Der Vergleich mit einer Lochkamera liegt nahe. Sie besitzen weder Linse noch Glaskörper, dafür aber eine sehr gut entwickelte Netzhaut, welche die Strahlen durch das Sehloch aufnimmt. Trotzdem ist dieses Grubenaugenlicht schwach. Augen und Gehirn lagern teilweise auf einem H-förmigen Knorpel, der den zweiteiligen Trichter stützt und als Muskelansatz dient. Unter jedem Auge befindet sich ein fingerförmiger Fortsatz, der sogenannte Rhinophor; er ist der Sitz des chemischen Sinnes. Weitere Sinneswerkzeuge zeigen sich als faltenförmiges Organ an jeder der vier Kiemen; sie arbeiten ebenfalls als Geruchsorgan und entsprechen der Aufgabe der Osphradien (Osphradium = Sinnesorgan in Form einer mit Flimmern bedeckten Hautverdickung am Eingang der Mantelhöhle; vgl. S. 22) bei den anderen Weichtieren.

Sinnesorgane

Die Perlboote leben als nächtliche Bodenjäger. Tagsüber halten sie sich meist versteckt, und nur selten, wenn sie aufgestört werden, treiben sie als Boote auf der Wasseroberfläche. Neben einer bestimmten Gasmenge enthalten die Schalenkammern auch eine wechselnde Menge Flüssigkeit, die der Tierkörper mit Hilfe seines bis in die letzte Kammer ziehenden Rohrfortsatzes verringern oder vermehren kann. Dadurch ändert sich die Größe des Gasraums in den Kammern und damit auch die Auftriebswirkung des Gases. So können die Tiere im Wasser aufsteigen oder absinken. Die Tiere sind dem Druck der Wassertiefen angepaßt. So vermutet der französische Forscher René Catalá nach Beobachtungen am Neukaledonischen Perlboot (*Nautilus macromphalus*), »daß es anscheinend mehr durch den Druckmangel als in der Ernährungswahl bedingt ist, warum diese Tiere so schwer längere Zeit in Gefangenschaft zu halten sind«. In 50 bis 650 Meter Tiefe leben die Perlboote am Meeresgrund vor allem von Krebsen und abgestorbenen Tieren. Diese Nahrung kann als Futter für gefangene Tiere bedenkenlos verwendet werden. Die dreizehnzählige Raspelzunge dient beim Essen wohl nur dem Schlingvorgang als »Schaufelgerät«. Verdaut wird oft ungewöhnlich langsam. Dreißig Stunden und mehr nach Aufnahme konnten im Vorderdarm (Kropf) noch Formbestandteile der Nahrung festgestellt werden.

Schon der »Plinius Indiens«, der Holländer Georg E. Rumpf (1705), und der englische Forscher George A. Bennett (1831) berichteten, daß die Tiere mit ausgestreckten, weit ausgebreiteten Fangarmen durch Rückstoß in ruckartigen Bewegungen schwimmen. Auf dem Grunde hingegen sollen sie mit Hilfe dieser Arme umherkriechen oder sich verankern. Ob die Fangarme tatsächlich zum Kriechen benutzt werden, konnte durch Beobachtungen im Aquarium allerdings bisher nicht bestätigt werden, wie die englische Forscherin Anna M. Bidder ausdrücklich feststellt. In Ruhe oder bei gleichmäßigem Dahinschwimmen sind alle Fangarme in ihre Scheiden zurückgezogen, obwohl die Spitzen manchmal zu sehen sind. Sobald jedoch ein seitlicher äußerer (Geschmacks-)Arm eine Nahrung berührt, strecken sich weitere (Greif-)Arme hervor, erfassen die Beute und ziehen sie unter die Schildkappe an sich; der

Fangarme

innere Fangarmkranz hält die Beute während des Verzehrens fest. Bei den Perlbooten wird zum Schwimmen nicht die gesamte Mantelhöhle als druckerzeugendes Gerät verwendet, sondern nur die stark verformbaren Trichterhälften, die den umschlossenen Raum zusammenpressen oder erweitern. Die Tiere sollen sich nach Aussagen von Eingeborenen aber trotzdem schnell wie ein Fisch fortbewegen. Das Wachstum der Perlboote erreicht nach etwa einem Jahr mit 23 bis 27 Schalenkammern die Erwachsenenstufe; über die Entwicklung sind wir noch nicht unterrichtet. Aufgrund der dotterreichen Eier ist anzunehmen, daß jedoch keine großen Unterschiede gegenüber den Verhältnissen bei Tintenschnecken bestehen.

Die Verbreitung beschränkt sich auf den indopazifischen Raum der Tropen. Das Gemeine Perlboot (*Nautilus pompilius*) kommt etwa vom östlichen Indischen Ozean bis zu den Fidschiinseln vor. Andere Arten sind nicht so weit verbreitet; so lebt das Salomons-Perlboot (*Nautilus scrobiculatus*) in der Salomonsee bei Neuguinea und das Neukaledonische Perlboot bei der gleichnamigen Insel. Die wenigen Arten unterscheiden sich nur durch unbedeutende Merkmale. Kennzeichen zum Beispiel sind Körpergröße, Zahl und Anordnung der braunroten Schalenbänder. So ist das kleinere Gemeine Perlboot mit zahlreichen zackigen Farbbändern an der gesamten Schale ausgestattet, während das Salomons-Perlboot durch seine rauhe Schalenoberfläche auffällt. Der Mündungsteil der Schale ist nicht gebändert.

Nach Stürmen findet man die Tiere und leeren Schalen oft massenhaft an den Küsten angeschwemmt; hier werden sie auch von Eingeborenen aufgelesen und als Nahrung oder zu Schmuck verwendet.

Unterklasse
Tintenschnecken

Zoologische
Stichworte

Alle übrigen Kopffüßer fassen wir in der Unterklasse TINTENSCHNECKEN (Dibranchiata) zusammen. GL einschließlich Fangarme 1 cm bis über 20 m. Schale vom Mantel überwachsen, meist stark rückgebildet. Haut mit Farbzellen (Chromatophoren), die durch eigene Muskelfasern beweglich sind. Kopffuß trägt acht oder zehn Fangarme mit Saugnäpfen, selten rückgebildet; Trichter verwachsen-unpaar. Raspelzunge mit sieben Zähnen je Querreihe, selten rückgebildet; Enddarm mit unpaarer Ausbuchtung (Divertikel) als Tintenbeutel; je ein Paar Nieren, Kiemen, Herzvorhöfe und Kiemenherzen; Osphradien fehlen. Nervensystem stark zusammengefaßt und von einer Knorpelkapsel umschlossen; hochentwickelte Linsenaugen. Begattung meist mit Hilfe eines umgebildeten Fangarmes (Hektokotylus); dotterreiche Eier mit unmittelbarer Entwicklung. Drei Ordnungen: 1. Zehnarmige Tintenschnecken (Decabrachia; s. S. 201) mit zwei Unterordnungen, 2. Tiefseevampire (Vampyromorpha; s. S. 212) und 3. Achtarmige Tintenschnecken (Octobrachia; s. S. 215) mit zwei Unterordnungen.

Nur zu oft werden Kopffüßer als »Tintenfische« bezeichnet, obwohl nur die zweikiemigen Vertreter (allerdings etwa 725 Arten) einen Tintenbeutel aufweisen. Die Bezeichnung Tinten-»Fische« ist zudem unangebracht, denn die Tiere haben — wie die Wale (»Walfische«) — lediglich das Wasser als Lebensraum mit den Fischen gemein.

Schon beim ersten Anblick der Tiere fällt der große Kopffuß auf, demgegenüber der Rumpf oft nur wie ein sackartiger Anhang wirkt. Die mit Saug-

näpfen bewehrten acht oder zehn Fangarme dienen als Waffe und als Werkzeug und erhöhen die Beweglichkeit bedeutend; sie deuten ebenso wie die starken Kiefer und die riesigen Augen auf eine Lebensweise hin, die von der anderer Weichtiere einschließlich der Perlboote grundverschieden ist. Die rückgebildete, vom Mantel überdeckte Schale entfernt die Tintenschnecken noch weiter vom gewohnten Bild der Weichtiere. Jedoch sind deren sämtliche Merkmale auch bei den Tintenschnecken ausgebildet, wenn auch in höher entwickelter und zum Teil abgeänderter Form: Obwohl bei keiner Art mehr ein Gehäuse sichtbar ist, erweist es sich jedoch bei einer Form fast vollständig, bei weiteren Arten immer noch deutlich als ehemals gekammerte Schale vorhanden; sie besitzt sogar (gleich den Perlbooteschalen) noch ein Schalenrohr. Arten mit ganz hoher Sonderentwicklung aber zeigen im Mantel eingebettet nur noch kümmerliche Schalenreste (vgl. Abb. S. 64, 202 u. 204).

Die Rückbildung der Schale bedeutet zwar den Verlust des äußeren Schutzes. Das wird jedoch durch besondere Schutzeinrichtungen größtenteils wieder wettgemacht. Unter der einschichtigen und durchsichtigen, stark drüsigen Körperhaut breitet sich eine mehrschichtige, ledrige oder gallertige Unterhaut aus, in der die nur bei Tintenschnecken vorkommenden Farbträger (Chromatophoren) eingelagert sind. Sie bestehen aus einer farbstoffhaltigen Zelle, umgeben von einem Strahlenkranz aus vier bis vierundzwanzig feinen Muskelfasern (Fibrillen). Durch plötzliches Zusammenziehen oder Ausbreiten der Farbstoffzellen wird ein wechselndes Farbenspiel hervorgerufen. Dieses gebietsweise Ändern des Zellzustandes ist von Sinnesreizen abhängig; seine Wirkung wird durch den verschiedenfarbigen Zellinhalt erhöht. In tieferen Hautschichten liegen außerdem noch sogenannte Flitterzellen (Iridozyten), die unbeweglich sind, aber durch Brechen und Rückwerfen des einfallenden Lichtes einen unterschiedlichen Perlmuttglanz bewirken. Die hochentwickelten Augen vermögen nicht nur Hell und Dunkel, sondern auch Blau und Gelb zu unterscheiden. Zudem ist wie bei den Muscheln und anderen Weichtieren ein unmittelbarer Hautlichtsinn ausgeprägt. Besonders auffallend erscheint der ausgeprägte »Form-Farbensinn« durch Tasten: Diese einmalige Erscheinung kommt durch Berührungsreize zustande, die von den Saugnäpfen der Fangarme ausgehen. Diese Reize werden an bestimmte Teile des Gehirns weitergeleitet und spiegeln sich als jeweils angepaßte Farbgebung der Haut wider. So nimmt ein sehunfähig gemachter Krake auf sandigem Grund eine feine Tüpfelung an, auf Kies und anderen Ablagerungen eine grobe Fleckung. Viele Bodenformen graben sich in den weichen Untergrund ein und verbessern ihre Tarnung durch gleichartige Färbung. Aus den gleichen Gründen sind Tiefseeformen farblos-glasig oder schwarz, braun und braunviolett, nicht selten auch purpurrot — rotes Licht jedoch wird bekanntlich unterhalb von etwa zweihundert Meter Tiefe aufgesogen (absorbiert), so daß rote Tiere schwarz wirken.

Die bekannteste Schutzeinrichtung stellt das Ausstoßen eines dunkelbraunen Farbstoffes, der sogenannten Tinte, dar. Diese Absonderung wird in einer unpaaren Anhangsdrüse des Enddarmes gebildet und über After und Mantelhöhle durch den Trichter abgelassen. Nach neueren Untersuchungen scheint die »Tinte« nicht nur zu tarnen, sondern auch den Geruchssinn des Feindes

Schalenrückbildung

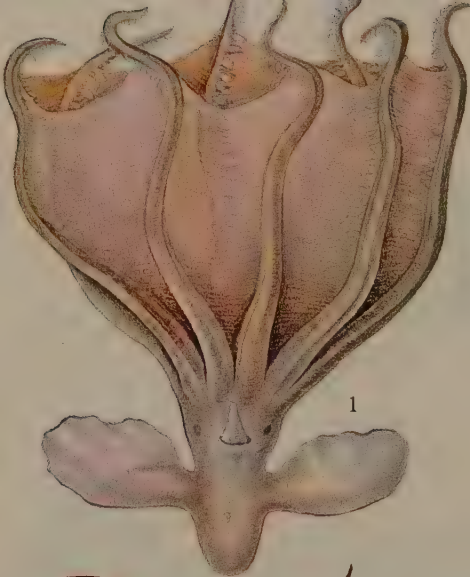
Kalmare:

1. Anglerkalmar (*Chiroteuthis veranyi*, s. S. 211)
2. *Taonidium suhmi*
3. *Desmoteuthis pellucida* (s. S. 212)
4. Sandalenaugen (*Sandalops melancholicus*, s. S. 212)
5. Anglerkalmarlarve (*Chiroteuthis veranyi*; früher für eine eigene Art gehalten: *Doratopsis vermicularis*, s. S. 211)

Tiefseevampire:

6. Tiefseevampir (*Vampyroteuthis infernalis*, Alttier, s. S. 212)
7. Tiefseevampir (*Vampyroteuthis infernalis*, Jungtier, s. S. 212)





vorübergehend auszuschalten, wodurch die Flucht erleichtert wird. Bei einigen Familien, die in der Tiefsee leben, hat sich allerdings die Tintendrüse wieder rückgebildet (auch bei den Perlbooten?); andere Tiefseearten hingegen benutzen sie sehr wohl und geben durch Koppelung mit Außentaschen, die von Leuchtbakterien gefüllt sind, eine grelle »Lichtwolke« ab, um den Gegner minutenlang zu blenden und zu täuschen.

Leuchtorgane

In größerem Ausmaß und in verwirrender Vielfalt sind bei den Tintenschnecken Leuchtorgane ausgebildet. Über vier Zehntel aller Arten besitzen solche Einrichtungen, die bis zu neunzig vom Hundert der Energie zu Strahlen des sogenannten Kalten Lichtes auswerten (gegenüber nur vier vom Hundert bei unserem künstlichen Licht!). Von diesen oft kompliziert gebauten Leuchtwerkzeugen gibt es zwei Grundformen, die meist in der Haut eingebettet liegen: Bei Flachwasserarten finden sich sogenannte offene Organe; geschlossene Leuchtkörper sind vorwiegend Tieren der Tiefsee eigen. Obwohl Tiefseearten die Leuchtabsonderung in ihren geschlossenen Bildungen selbst erzeugen, die offenen Organe dagegen zum beiderseitigen Vorteil von (symbiotisch) darin lebenden Leuchtbakterien bewohnt sind, erweist sich die Entstehung des Lichtes selbst hier wie dort als der gleiche Vorgang: Die lebenden Leuchtzellen erzeugen, wie Hans E. Gruner es beschreibt, einen besonderen Stoff, das Luciferin, und »ein Ferment, die sogenannte Photogenase, wirkt bei seiner Entstehung als Katalysator. Das Luciferin selbst leuchtet noch nicht, es muß vielmehr einen weiteren chemischen Prozeß durchmachen. Dies geschieht mit Hilfe eines zweiten Fermentes, der Luciferase. Die Anwesenheit von Luciferin und Luciferase genügt aber immer noch nicht, um ein Leuchten hervorzubringen. Dazu ist vielmehr molekularer Sauerstoff notwendig, wenn auch nur in kleinsten Mengen. Durch den Sauerstoff wird das Luciferin oxydiert oder genauer dehydriert. Bei dieser chemischen Umwandlung wird Energie frei in Form von Strahlen, eben jenen Strahlen, die wir als Leuchten wahrnehmen.« Die Lichterzeugung geht also entweder von den Leuchtbakterien oder von den Tintenschnecken selbst aus. Die als »Symbiosetaschen« der Bakterien dienenden offenen Leuchtorgane liegen in der Nähe der Eischalendrüsen (Nidamentaldrüsen) und werden daher als Anhangs- oder akzessorische Nidamentaldrüsen bezeichnet. Hier leben in einem nahezu unentwirrbaren Knäuel von Schläuchen die verschiedensten Bakterien.

Dieser echten Leuchtsymbiose stehen die Besitzer eigener formenreicher Einrichtungen gegenüber, die sich das Licht nicht erst »stehlen« müssen, sondern selbst eine leuchtende Drüsenflüssigkeit erzeugen. Die natürliche, blaugüne Farbe des sogenannten Kalten Lichtes wird bei Tintenschnecken durch besondere Einrichtungen, wie Farbfilter und Flitterspiegel, im Ton abgewandelt, so daß rotes, blaues, grünes und weißes Licht entstehen kann. Hochverwickelte Organe sind auch mit lichtsammelnden Linsen und farbstoffumgebenen »Rückstrahlern« (Reflektoren) ausgestattet. Die Bedeutung aller Leuchteinrichtungen liegt vorwiegend im Zusammenfinden der Geschlechter, wie vor allem das häufige Auftreten offener Organe nur bei weiblichen Tieren belegt. Sicher stellen Leuchtmuster und Lichtfarben außerdem arteigene Erkennungszeichen dar und dienen auch zum Beuteerwerb.

Die hohen Sinnes- und Ausdrucksfähigkeiten der Tintenschnecken werden

Achtarmige Tintenschnecken:

Zirrenträger:

1. Blinder Wunderschirm (*Cirrothauma murrayi*, s. S. 215)

Kraken:

2. *Vitreledonella alberti* (s. S. 217)
3. Papierboot (*Argonauta argo* ♀, s. S. 222)
4. u. 5. Gemeiner Krake (*Octopus vulgaris*, s. S. 217, vgl. Abb. S. 223)

aus Verhaltenseigenschaften deutlich, die wir sonst nur von höheren Wirbeltieren und manchen Gliederfüßern kennen; es sind durchaus intelligenzähnliche Leistungen. So finden wir bei den Tintenschnecken nicht nur ein Zurechtfinden nach dem Geruch mit Hilfe der Riechgrube unter den Augen, einen Richtungssinn und ein Heimfindevermögen ausgeprägt, sondern wir können auch Lern- und Dressurfähigkeit sowie einsichtiges Verhalten feststellen. Die gemachte Erfahrung, das den Gegebenheiten angepaßte Verhalten nach ein- oder mehrmaligem Handeln und ein bedingter Werkzeuggebrauch sind nicht zu unterschätzende Höchstleistungen des gesamten Sinnessystems der Tintenschnecken. Gleichwertig ist der erwähnte Sehvorgang, bei dem auch eine Entfernungseinstellung (Akkommodation) stattfindet; wie bei Lurchen kann die Linse zum Nahsehen verschoben werden (bei Fischen zum Fernsehen; bei Kriechtieren, Vögeln und Säugetieren wird die Linse nicht verschoben, sondern verformt). Besonders erstaunlich ist die Fähigkeit zahlreicher Tintenschnecken, trotz der sogenannten Kameraaugen die Schwingungsrichtung (Polarisationsrichtung des Lichtes) wie die meisten Kerbtiere (Bienen, s. Band II, S. 44 und 525) und manche Spinnen wahrzunehmen und sich mit ihrer Hilfe zurechtzufinden. Diese Sinnesleistung ist für uns heute noch unbegreiflich. Die aufgenommene Lichtstärke erreicht hohe Werte. Mit 160 000 Sehzellen findet sich beim Gemeinen Kalmar (s. S. 206) die gleiche Anzahl je Quadratmillimeter wie beim Menschen; sieben Millionen beim Gemeinen Tintenfisch (s. S. 203) übertreffen sogar die Zahl der menschlichen Zellen (fünfzig Millionen). Diesen Sehfähigkeiten steht der ausgeprägte chemische Sinn nur wenig nach: In lichtarmen Zonen wird die Beute vielfach durch Wittern aufgespürt. Auch beim gegenseitigen Auffinden der Geschlechter sind Geruchs- und Geschmackseindrücke von großer Bedeutung.

Lern- und Dressurfähigkeit

Lebenswichtige Körperorgane — wie das Gehirn, die Augen und der chemische Sinn — müssen geborgen sein, daher besitzen diese Tiere eine knorpelige Gehirnkapsel. Der Kopfknapel dient dem Schutz der hochentwickelten Schaltstellen der Oberschlund-Nervenmasse, die das geordnete Zusammenwirken aller Teile des Gesamtkörpers gewährleisten (Koordinationszentren) und gegenwärtige oder sogar frühere Sinneseindrücke miteinander verknüpfen (Assoziationszentren), sowie auch dem Schutz der Unterschlund-Nervenmasse, die der bei allen Tintenschnecken ausgebildeten Gleichgewichtssteuerung und der Regelung der Bewegungsabläufe dient. Dieser Kopfknapel bildet ferner die Ansatzfläche für verschiedene Muskeln, unter ihnen ein Paar Schalenmuskeln. Zusammen mit kleineren Knorpelanteilen ist im Körper bei nahe ein richtiges inneres Skelett aufgebaut, das dem Tier Festigkeit verleiht. So gibt es zum Beispiel auch »Druckknöpfe« zum Mantelverschluß. Als regsame Jäger, die Sinnesreize schnell beantworten müssen, besitzen die Tintenschnecken im Gegensatz zu anderen Weichtieren quergestreifte Muskelfasern, weil nur diese in ihrer schnellen Ansprechbarkeit der hohen Leistungsfähigkeit des Nervensystems entsprechen.

Gehirnkapsel

Der Leistung angepaßt, zeigt sich der fast geschlossene Kreislauf mit zwei Kiemen (daher der Name Dibranchiata = Zweikiemer). Er weist ein zusätzliches Organ auf. Zwischen den an den Nieren vergrößerten Venen und den zuführenden Kiemengefäßen ist zum Überwinden des Druckwiderstandes je-

Kiemenherz

weils ein schwammig-muskulöses sogenanntes Kiemenherz eingeschaltet, um den Blutstrom in den Kiemen — und damit den Sauerstoffaustausch — zu beschleunigen und zu erhöhen. Hier soll unter den zahlreichen, nur gelegentlich auftretenden Schmarotzern der Tintenschnecken eine Gruppe erwähnt werden, die bisher allein in den Nierensäcken von Tintenschnecken gefunden wurde, die am Boden leben: die Vertreter der Ordnung Dicyemida, die zu den Mitteltieren (Mesozoa, s. Band I) gehören. Diese wenige Millimeter großen Lebewesen schwimmen in der Nierenflüssigkeit umher und ernähren sich, da sie darmlos sind, mittels Stoffaufnahme durch ihre Körperzellen. Trotzdem scheinen sie keine echten Schmarotzer zu sein. Manche Anzeichen sprechen dafür, daß beide, Mitteltier und Tintenschnecke, ihren Nutzen haben (Symbiose).

Mit Ausnahme weniger Formen (Tiefseevampire, s. S. 212; Zirrenträger, s. S. 215; u. a.) ist bei den Männchen ein Fangarm oder ein Paar zu artkennzeichnenden Begattungswerkzeugen umgebildet, den Geschlechtsarmen (Hektokotylen). Der Begattung folgt bald die Eiablage, doch besitzen die Tintenschnecken in scharfem Gegensatz zu fast allen anderen Weichtieren keine Larven: Die dotterreichen Eier entwickeln sich durch oberflächliche Zellteilung (Discoidalfurchung) über eine Keimscheibe zu einem Embryo. Er treibt mit dem Rumpf nach oben und dem Kopffuß samt dem immer kleiner werdenden Dottersack nach unten im Wasser (Abb. S. 207; Abb. 4 u. 5, S. 224). Die in der Stammesgeschichte (Phylogenie) erfolgte Lageänderung der Körperachse wiederholt sich so in der Entwicklung des Einzeltiers (Ontogenie): Der gesamte Rumpf der Tintenschnecken stellt ja den eigentlichen Rücken dar; die Fangarme und der Trichter allein entsprechen der Bauchseite, wie die Nervenversorgung dieser Körperbezirke zeigt. Erst später ändert die junge Tintenschnecke ihre senkrechte Lage in eine waagerechte.

Ordnung
Zehnarmige Tinten-
schnecken

Die überwiegende Mehrzahl der heute lebenden Kopffüßer gehört zur Ordnung der ZEHNARMIGEN TINTENSCHNECKEN (Decabrachia). GL einschließlich Fangarme 1 cm bis über 20 m. Zehn mit Saugnäpfen besetzte Fangarme; davon zwei verlängert mit sehr langem Schaft und kurzer Endkeule, die allein Saugnäpfe trägt. Saugnäpfe gestielt, schalenförmig, am offenen Rand meist mit gezähntem Hornring. Trichter mit Verschlussklappe. Mundöffnung von sechs- bis zehnlappiger, mit rückgebildeten Saugnäpfen besetzter Haut umgeben, die vermutlich den Rest eines weiteren Kreises von Fangarmen darstellt. Lebensweise meist frei schwimmend; Körpergestalt daher fast durchwegs gestreckt, Mantel mit seitlichen Flossen. Zwei Unterordnungen: 1. Eigentliche Tintenschnecken (Sepioidei, s. S. 202) mit fünf Familien, 2. Kalmar (Teutoidei, s. S. 206) mit zwei Überfamilien und 22 Familien; insgesamt rund 525 Arten.

Eigentümlich sind die verlängerten, tentakelartigen Fangarme — von oben gesehen das vierte Paar —, welche die übrigen Arme weit überragen. Sie können eingerollt und in Hauttaschen zurückgezogen werden, so daß die Tiere dann scheinbar nur acht Arme besitzen. Am Grunde der gestielten Saugnäpfe (s. Abb. S. 209) arbeitet ein bewegliches Polster durch Muskelzug als »Saugstempel«; der beim Zurückziehen des Polsters entstehende Unterdruck bewirkt das Festhaften an der Unterlage.

Bei den EIGENTLICHEN TINTENSCHNECKEN (Unterordnung Sepioidei) ist der Körper meist massig; Schale in allen Stufen der Rückbildung. Saugnäpfe mit einfachem Hornring, ohne Haken. Vordere Augenkammer häufig geschlossen (myopsid). Fünf Familien mit etwa hundertfünfzig Arten.

In dieser wohlbekannten Gruppe sind die POSTHÖRNCHEN (Familie Spirulidae; einzige Art *Spirula spirula*, GL 4–6 cm; Abb. 2, S. 187) besonders bemerkenswert, weil sie noch eine eingerollte Schale besitzen. Sie ist gekammert und von einem Rohrfortsatz des Körpers (Sipho) durchzogen. Allerdings ist sie äußerlich nicht sichtbar, denn ihre Windungen sind bauchwärts gerichtet. Früher fand man das Posthörnchen nur selten, da es in tropischen und subtropischen Meeren in zweihundert bis sechshundert Meter Tiefe beheimatet ist; die Tiefengrenze scheint durch die Temperatur der Wasserschichten bedingt: Nach eingehenden Untersuchungen von A. Bruun leben die Posthörnchen bei zehn bis zwanzig Grad Celsius. Vor Westafrika wurde eins in hundert Meter Tiefe bei 18,6 Grad Wasserwärme gefangen; frühere Tiefenangaben über ihr Vorkommen bis zu einer Tiefe von 1750 Meter erscheinen jedoch zweifelhaft.

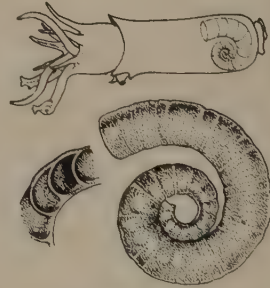
Ähnlich den Perlbooten lebt das Posthörnchen – im Meer nahe den Festlandküsten – schwebend, wobei es wie das Perlboot und der Gemeine Tintenfisch (s. S. 193 und 203) »den Auftrieb durch Änderung des Verhältnisses von Flüssigkeit zu Gas in den Schalenkammern regelt; das Ein- und Auspumpen der Kammernflüssigkeit erfolgt hierbei nicht durch hydrostatischen Druck, sondern durch einen osmoseartigen Vorgang«, stellen E. Denton, J. Gilpin-Brown und J. Howarth fest. Die Regelung der Gasmenge in den Kammern wird also nicht unmittelbar, sondern mittelbar durch Veränderung der Flüssigkeitsmenge erreicht. Dieser Flüssigkeitsausgleich findet vom eigentlichen Körper her statt und ist auf kleine Flächen der Schalenröhre beschränkt. Der entsprechende Teil des Auftriebsgases wird gleichzeitig vom Blut gebunden oder freigegeben.

Versuche, die A. Bruun mit Schalen anstellte, sprechen für einen Höchst-
druck von 50 bis 75 Atmosphären; das entspricht einer Wassertiefe von 500 bis 750 Meter. Dies stimmt mit dem festgestellten Tiefenvorkommen überein. Die Schale an sich ist jedenfalls »etwas leichter als das umgebende Wasser, so daß das Tier beim Tod zur Oberfläche des Meeres aufsteigt«, stellt A. Bruun fest, denn »das ist die einzig mögliche Erklärung für das eigenartige Phänomen, daß ein Tiefseetier einen so bedeutenden Anteil von Küstenanwurf darstellt«. Eigenartig mutet das am Hinterende gelegene kreisrunde Leuchtorgan an, das als »Rückstrahler« wirkt. Der Engländer Frank W. Lane berichtet: »Das Posthörnchen besitzt zwei kleine Endflossen, und wenn es schwimmt, unterstützen diese häufig die Wasserströme aus dem Trichter, indem sie sich andauernd flatternd bewegen. Zwischen diesen Flossen zeigt sich eine kreisrunde Scheibe mit einem kleinen, knopfartigen Organ in der Mitte, welches ein gleichmäßig-stetes gelblichgrünes Licht aussendet, das stundenlang hindurch »brennt«. Da das Posthörnchen sich für gewöhnlich in senkrechter Lage mit hängenden Fangarmen befindet, wirkt es als Schlußlicht. Seine Aufgabe ist es wahrscheinlich, eine Anzahl von Tieren zusammenzuhalten, denn diese »Schulen« zeigen hauptsächlich eine senkrechte

Unterordnung Eigentliche Tintenschnecken



Posthörnchen (*Spirula spirula*).



Posthörnchen mit Schale. Ein Aufriß zeigt ihre Kammerung (links unten).

Wanderung, mehrere hundert Meter im Wasser auf und ab, und nicht wie die Mehrzahl der Tiere eine mehr oder minder waagerechte Bewegung. Das knopfartige Leuchtorgan von *Spirula* besitzt auch eine Scheidewand (Diaphragma), mit welchem es offenbar das Licht auslöschen (abdecken) und anzünden (freigeben) kann.« Wird das Posthörnchen bei seinem ruhigen Schweben in senkrechter Haltung gestört (die Körperlage entspricht also der ursprünglichen Ausrichtung der eigentlichen Körperachse), so kann es seinen gesamten Kopf einschließlich aller Fangarme in die Mantelhöhle zurückziehen, deren Ränder dann die Öffnung verschließen. Diese Maßnahme mag es kleineren Feinden erschweren, ein derart zusammengezogenes Tier zu ergreifen, da der Mantel selbst sehr ledrig, zäh und schlüpfrig ist.

Der Gemeine Tintenfisch

Wenden wir uns nun dem GEMEINEN TINTENFISCH oder der SEPIE (*Sepia officinalis*; Abb. 5, S. 187) zu. Die Familie (Sepiidae) umfaßt etwa achtzig Arten; mehrere davon sind auch in unseren Meeren heimisch. Der bei uns bekannte Gemeine Tintenfisch kommt mit mehreren Unterarten im Atlantik von den Färöerinseln bis nach Südafrika vor; unsere Unterart (*Sepia officinalis officinalis*) ist im Mittelmeer und im anschließenden Atlantik verbreitet. Von dorthier wurden auch die größten Tiere (bis zu 65 cm, davon etwa 30 cm Fangarme) bekannt. An den Küsten Dalmatiens, Italiens oder Spaniens findet man auf den Fischmärkten neben zahlreichen Kleinfischen, Krebsen, Manteltieren und verschiedenen Weichtieren vor allem den Gemeinen Tintenfisch. Seine abgeflachte, eirunde Gestalt mit dem Flossensaum ist kennzeichnend. Die auffallend zebraartige, braune bis violette Quermusterung an der Oberfläche mit dem fleckig blau-grün schimmernden Bauch stellt für den Laien ein kennzeichnendes Merkmal dar. Die beiden verlängerten Fangarme sucht man vergebens, denn sie sind meist unterhalb der Augen je in einer Tasche zurückgezogen, so daß nur die acht schräg nach unten abstehenden gewöhnlichen Fangarme sichtbar werden. Die hervorstehenden, schwarzen Augen mit der ω -(ω -förmigen) Pupille blicken starr. Tagsüber liegen die Tiere meist im Sandboden eingewühlt und sind durch das Spiel der Färbung an die Umgebung angepaßt; nähert sich jedoch eine Beute, zum Beispiel ein Krebs, so läuft eine Farbwellen über Rücken und Arme. Befindet sich der Krebs nicht in Greifnähe, so »schleicht« sich der Tintenfisch fast unmerklich aus dem Sand, um seine Beute zu verfolgen. Leichter Wellenschlag seiner Saumflossen und der lenkende Wasserstrom aus dem nach hinten gerichteten Trichter lassen den Jäger immer näher an seine Beute herankommen. Dabei werden die dem Krebs entgegengestreckten Fangarme von wechselnden Farbwellen überlaufen. Endlich werden die fast farblosen langen Arme vorgeschneilt, um mit den keulenförmigen Enden die Beute zu packen. Wehrhafte Tiere werden immer von der ungefährlichen Seite angegriffen, Krebse und Krabben mit kräftigen Scheren von hinten. Trotzdem rettet sich die Beute oft durch schnelle Bewegungen vor dem Zugriff. Die gefaßte Beute wird an den Mund herangezogen und von den Fangarmen festgehalten, während die scharfen Kiefer das Opfer aufbeißen. Fische, Krebse und ähnliche Tiere werden fast völlig verzehrt.

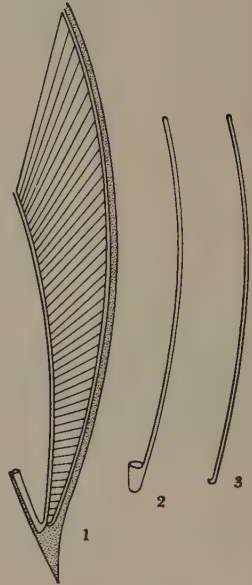
Beutefang

Trotz seiner getarnten Lebensweise, seinem anpassungsfähigen Farbenspiel und seiner Wehrhaftigkeit genießt der Tintenfisch kein geschütztes Dasein:

Besonders kleinere Haie und Rochen haben es auf ihn abgesehen. In dem gefräßigen Seehecht (*Merluccius merluccius*; s. Band IV, S. 442 f.) am Meeresboden und in dem gefährlichen Meeraal (*Conger conger*; s. Band IV, S. 167 und 172) der felsigen Küstenzonen drohen dem Tintenfisch zwei große Feinde, gegen die auch er machtlos ist. Ebenso zählen Delphine, Robben und Meeresvögel zu seinen Feinden; zahlreiche weitere Fische greifen zwar den Tintenfisch an, doch kann er sich im Farbgewölk der »Tinte« meist in Sicherheit bringen. Nicht zuletzt aber zählt der Mensch selbst zu seinen Feinden. Das in Mittelmeerländern sehr geschätzte Fleisch lockt Berufsfischer und Sportangler. Früher wie heute dient die verarbeitete Tinte als Malerfarbe (Sepia).

Vogelliebhabern ist der Tintenfischschulp (= Schale) bekannt, weil man ihn Kanarien- und anderen Stubenvögeln zur Deckung ihres Kalkbedarfs und zum Schnabelwetzen in die Käfige hängt; den Handwerkern dient er als sehr feines Schleifmittel. Früher hatte der Tintenfisch in der Heilkunde Bedeutung: Das Fleisch hielt man für ein triebsteigerndes Mittel (Aphrodisiakum), die Sepia-Eier sollten gegen Blasenkatarrhe, das Schalenpulver gegen Augenentzündungen, Asthma und dergleichen helfen. — Der Schulp oder Sepienknochen (*Ossa sepiae*) stellt die gesamte Schale des Weichtieres dar, die trotz der weitgehenden Rückbildung noch deutlich die stammesgeschichtlich ursprüngliche Kammerung zeigt. Die Röhre ist noch vorhanden, doch sind ihre angrenzenden Querwände (Septen) nur im vorderen (oberen) Abschnitt ausgebildet.

Schon im Zusammenhang mit der Tarnung und der Erregung beim Beutefang wurde auf das Farbenspiel hingewiesen. Noch wichtiger wird es beim »Liebesspiel« der Tintenfische. Da die Tintenschncken durch ihre großen, gut ausgerüsteten Werkzeuge weitgehend sogenannte »Augentiere« sind, spricht die »Werbung« vorwiegend die Sehreize an. Der vierte Arm der rechten Seite ist bei der männlichen Sepie zum Geschlechtsarm (Heterokotylus) entwickelt, mit dessen Hilfe im weiteren Verlauf des Paarungsspiels die Samenkapseln übertragen werden. Diesen besonders breiten und schön gezeichneten Arm zeigt der männliche Tintenfisch zunächst der »Auserwählten« vor. Die Geschlechter sprechen verschieden auf diesen Reiz an: Ein anderes brünstiges Männchen antwortet in derselben Weise, es weist ebenfalls seinen Geschlechtsarm vor. So suchen sich die Nebenbuhler gegenseitig auszustecken. Ein paarungswilliges Weibchen hingegen legt kein Prachtkleid an, sondern verhält sich ruhig. Bei der anschließenden Begattung ist die kranzförmige Vertiefung nahe dem Trichter des Weibchens, die Begattungstasche, von Bedeutung. In sie überträgt der männliche Begattungsarm die Samenbehälter. Während die anderen Arme durchgehend vier Saugnapfreihen aufweisen, besitzt der Geschlechtsarm bei *Sepia* diese Näpfe nur an der Spitze und der äußeren Kante; die übrige Armfläche ist mit zahlreichen Querleisten und verkümmerten Saugnapfen versehen. Die Begattung selbst wird, wie Richard Bott in Neapel beobachtete, in einer kennzeichnenden Haltung der beiden einander gegenüber aufgebauten Geschlechtspartner durchgeführt: »Die Fangarme sind wie die Finger zweier gefalteter Hände ineinandergeschlagen.« In dieser Stellung wird über den Geschlechtsarm Bündel um Bün-



Die Schalenrückbildung bei
1 Sepien, 2 Pfeilkalmaren
und 3 Kalmaren.

del der Samenkapseln aus dem männlichen Trichter in die Gegend der weiblichen Begattungstasche befördert.

Die Eier werden gewöhnlich nach mehreren Stunden abgelegt, wobei die Partner häufig beieinanderbleiben, oft sogar bis zum Tode des Weibchens. Das weibliche Tier besitzt die Neigung, die Eier gerade dort zu befestigen, wo sich an Korallengeäst oder Pflanzengestrüpp bereits eine der dichtgepackten »Laichtrauben« befindet. Jedes Ei wird einzeln vom Trichter ausgestoßen und innerhalb des kegelförmig spitz zulaufenden Raumes zwischen den Vorderenden der zusammengelegten Arme befördert. Das Ei gleitet an der Begattungstasche vorbei, in welche die Samenzellen zur Befruchtung abgegeben wurden, und ist von den Absonderungen der Eischalendrüse und des Tintenbeutels eingehüllt. Schließlich gelangt es an die Spitze der Fangarme und wird am »Bestimmungsort« befestigt. Von hinten, um das Zweigstück herum, verankert das Tintenfischweibchen mit den jeweils seitlichen der acht gewöhnlichen Arme das Ei durch zwei Anheftungsschnüre, das sind Fortsätze der schwarzen Eihülle. So werden bis über fünfhundert reife, zitronenförmige Eier an verschiedenen Plätzen angebracht. Als tiefbraune bis schwarze Trauben werden sie in Mittelmeerländern »raisin de la mer«, »racimos de mar«, »raïms de mar«, »uva marina« oder ähnlich genannt: nämlich »Meerestrauben«.

Von ähnlicher Form und Ausbildung ist der Laich der DORNSEPIE (*Sepia orbignyana*) des Mittelmeers und des östlichen Atlantik; ein naher Verwandter hingegen, die KLEINE SEPIE oder SCHLAMMSEPIE (*Sepia elegans*, GL 10 cm), legt ihre ovalen, bläulichen Eier in Schwämmen ab. Diese Art hat die gleiche Verbreitung wie die grau- und braungefleckte Dornsepia, die Tiere leben jedoch (auch im Gegensatz zum gemeinen Tintenfisch) im tieferen Wasser und besitzen ein drüsiges Leuchtorgan. Die Schlammssepia ist leicht an ihrer kleineren, schlanken Körperform, an der gelbrötlichen Färbung und den Fangarmen mit nur zwei Saugnapfreihen zu erkennen.

Von den zahlreichen außereuropäischen Arten der Sepien sei die HALBSEPIE (*Hemisepius typicus*) erwähnt, mit 3–4 cm Körperlänge die kleinste Form der Familie. Der winzigste Vertreter der Kopffüßer überhaupt, die ZWERG-IDIOSEPIE (*Idiosepius pygmaeus*), gehört einer eigenen Familie (Idiosepiidae) an. Sie lebt an den Küsten des Indischen Ozeans und in Japan und mißt nur ein bis zweieinhalb Zentimeter. Die Weibchen sind stets größer als die Männchen (Geschlechtsunterschied). Die Zwerg-Idiosepie verbirgt sich im Gestrüpp der Algen und erbeutet dort kleine Krebse und Fische. Innerhalb einer weiteren Familie, der SEPIOLIDEN (Sepiolidae), läßt sich die stufenweise Rückbildung der Schale verfolgen. Bei den verschiedenen Gattungen schrumpft sie von einem noch deutlichen Überbleibsel zu einem unscheinbaren Gebilde. Die GROSSE ROSSIE (*Rossia macrosoma*) weist noch eine Schale ähnlich der Sepia auf, doch tritt keine Verkalkung mehr ein. Diese Rossie lebt im westlichen Atlantik nördlich des Äquators und in den angrenzenden Teilen des Mittelmeeres. Sie besitzt wie alle Arten der Familie einen sackförmigen, kurzen Rumpf mit zwei abgerundeten Flossen oberhalb der Mitte. Die mit vier Saugnapfreihen ausgestatteten Arme sind an ihrer Wurzel durch eine Haut verbunden, die sogenannte Schirmhaut (Velum). Die Unterarten unterscheiden sich durch Körperform und Färbung: Die



Eitraube der Sepie.

Familie Sepioliden

nördliche Form (GL bis 25 cm) ist bräunlich gefärbt, ihre verlängerten Fangarme sind verhältnismäßig kurz. Nicht nur die Tiefseeart *Rossia mastigophora* (Abb. 4, S. 187) des Indischen Ozeans, sondern auch unsere *Rossie* besitzt ein Leuchtwerkzeug unmittelbar hinter dem Trichter. Der kleineren **BLAU-ÄUGIGEN ROSSIE** (*Allorossia glaucopsis*) des Nordatlantik fehlen hingegen die Leuchtorgane; außerdem besitzt sie nur zwei Saugnapffreien.

Ein ausgesprochenes Tiefseetier ist *Heteroteuthis dispar*. Es kommt in 1200 bis 1500 Meter Tiefe im Mittelmeer vor, besonders bei Neapel, *Heteroteuthis* stößt statt Tinte eine Leuchtwolke von Bakterien aus, um so den Angreifer zu blenden. Viele weitere Arten der Familie besitzen Leuchtorgane, so die beiden nahe verwandten, in beiden Geschlechtern gleich großen **SEPIOLEN** des Mittelmeeres (*Sepiola rondeleti*; Abb. 3, S. 187) und des Atlantiks (*Sepiola atlantica*); GL beider Arten 4 cm. Sie sind die kleinsten Tintenschnecken in unserem Bereich — die **MITTELMEERSEPIOLE** wird auch als **ZWERGSEPIA** bezeichnet — und zeigen auffallende Schwimmbewegungen: Alle Vertreter der Familie schwimmen vogelflugähnlich durch Auf- und Abwärtsschlagen der Flossen. Die deutliche, unverkalkte Schale der **ATLANTISCHEN SEPIOLE** ist bei den weiteren Arten stärker zurückgebildet, bei der **GROSSEN SEPIETTE** (*Sepietta oweniana*) nur noch ein gestrecktes horniges Gebilde. Ganz anders als beim Gemeinen Tintenfisch geht die Begattung bei den *Rossien*, Sepiolen und Sepietten vor sich: Hier umfaßt das Männchen mit den langen Tentakelarmen das Weibchen von unten, so daß beide den Kopf in gleicher Richtung halten. Dann wird der linke erste Arm, der Geschlechtsarm (Hektokotylus), in die Mantelhöhle des Weibchens eingeführt, um die Samenbehälter zu übertragen. Diese kleineren Sepioliden sind weit mehr Gefahren ausgesetzt als der große Tintenfisch. Als küstennahen Bewohnern des freien Wassers stellen ihnen nicht nur Haie und Rochen nach, sondern auch die größeren Dorsche (Kabeljau, Schellfisch, Seehecht, s. Band IV) und andere Jagdfische. Die Sepiolen suchen sich entweder durch schnelles Eingraben im Boden mit Hilfe des Trichterstromes wie der Tintenfisch zu schützen, oder sie stoßen eine Tintenwolke aus, die ihrer eigenen Körpergestalt ähnelt, und versuchen so den Angreifer irrezuführen, um im Schutze ihres angeblichen »Doppelgängers« zu entkommen.

Die **KALMARE** (Unterordnung Teuthoidei) sind in der Regel torpedoförmige Dauerschwimmer mit großen endständigen Flossen. Schale zu einem schwertförmigen Chitinblatt (Lamelle) rückgebildet. Saugnapfe häufig mit Haken (Abb. S. 209). Raspelungen-Mittelreihe mit stets dreispitzigen, Seitenreihen mit zweispitzigen Zähnen. Zwei Überfamilien mit 22 Familien und zusammen etwa 375 Arten.

Bei der Überfamilie der **SCHLIESSAUGENKALMARE** (Loligoidea = Myopsida) ist die vordere Augenkammer fast vollkommen (bis auf ein winziges Loch, den Porus) geschlossen. Das Aussehen des **GEMEINEN KALMARS** (*Loligo vulgaris*, GL meist 20–50 cm; Abb. 1, S. 188) ähnelt trotz Verwandtschaft den Eigentlichen Tintenschnecken wenig: Der lange torpedoförmige Körper ist mit zwei großflächigen, segelartigen Flossen versehen und gleicht nicht dem Bild einer Sepie oder *Rossie*. Die Tiere sind nördlich des Äquators, im Atlantik und im Mittelmeer im küstennahen Lebensraum heimisch und befestigen ihren Laich



Begattung bei der Atlantischen Sepioid.



Eigelege der Großen Sepioid. Unten: Eier (vergrößert) mit Embryonen.

Unterordnung Kalmare



Begattung beim Nordamerikanischen Kalmar.



Embryo eines Kalmars.



Raspelzunge des Nordischen Kalmars.

auf dem Meeresgrund an festen Körpern. Lebensgewohnheiten und Körperbau erinnern an die sepiaartigen Tintenschnecken. Viele Arten bilden aber auch Schwärme, in denen sie, wie der NORDAMERIKANISCHE KALMAR (*Loligo pealeii*), regelmäßig großen Fischansammlungen folgen. Dieses »Zusammenfinden« wird nicht nur durch Nahrungsgemeinschaft, sondern auch durch die Zeit des Abblühens bestimmt; Schwärme von Jungtieren weisen eine höhere Zahl an Einzeltieren auf als die der Alttiere, denn sie werden von Feinden und daneben auch von den eigenen Artgenossen erbeutet und so auf der Wanderung zahlenmäßig ständig vermindert. Erstaunlich sind bei den pfeilartig dahinziehenden Kalmaren die plötzlichen, vom Schwarm einheitlich durchgeführten Richtungsänderungen, ohne daß die Einzeltiere aneinanderstoßen oder durcheinanderwirbeln. Trotz zahlreicher Feinde, die als Jäger die Erwachsenen oder als Planktonesser die Jungtiere erbeuten, ist der Bestand der Tiere sichergestellt: Es gibt sechsmal mehr Weibchen als Männchen; dadurch ist die Nachkommenschaft besonders zahlreich. Tageslänge und Wasserwärme beeinflussen das Einsetzen der Fortpflanzungswanderungen; die jährlichen Schwärme ziehen in kalten Jahren später und weniger zahlreich nach Norden.

Die Eier werden ähnlich wie bei der Sepie nachts in farblosen durchsichtig gallertigen Schläuchen abgelegt und so bis zu fünfzig an der Zahl an einer gemeinsamen Unterlage angeheftet. Die aufgequollenen Gebilde von zehn bis zwanzig Zentimeter Größe werden mit zunehmender Reife der Keimlinge kürzer, und die etwa fünfzig Eikapseln buchten jeden Schlauch unregelmäßig aus. Nach fast einmonatiger Entwicklung der Embryonen ähneln die Jungen beim Schlüpfen den erwachsenen Tieren, wenn sie auch nur sieben bis acht Millimeter groß sind und noch kurze Zeit mit senkrechter Körperhaltung ohne eigene Schwimmbewegung im Wasser schweben. Während des Frühjahrs wachsen sie verhältnismäßig schnell. Bereits im Juni finden sich im Mittelmeer geschlechtsreife Tiere. Unsere Kalmare werden im Gegensatz zu den meisten Tintenschnecken zwei Jahre alt, oft sogar drei.

Während sich Sepien und Kraken recht gut in Menschenobhut halten lassen, stößt die Haltung der Kalmare auf Schwierigkeiten: Die Raumbeengung im Aquarium und das Fehlen natürlicher Gegebenheiten beim Beutefang lassen die Tiere nur kurz überleben. Der gesamte, torpedoförmige Körper ist schnellem Schwimmen angepaßt, das Körpergewicht wird durch die starke Schalenrückbildung sehr vermindert. Vom Mantel ist nur ein lanzenblattähnliches Horngebilde umschlossen. Ohne jede Kalkbildung stellt dieser Schalenrest als »Gladius« eine biegsame Stütze dar. Dieses hornartige Blatt, ebenfalls ein Anpassungsmerkmal an die schwimmende Lebensweise, kommt allen Kalmaren zu. Allein die Sepiakalmare, bodennahe Bewohner des Meeres, unter ihnen der ECHTE SEPIAKALMAR (*Sepioteuthis sepioidea*) des Indischen Ozeans, besitzen einen breiten abgeflachten Körper.

Neben dem Nordamerikanischen Kalmar finden auch zahlreiche andere Tintenschnecken Verwendung in der Wirtschaft, so bei der Fischmehlherstellung (besonders im Mittelmeergebiet). Der NORDISCHE KALMAR (*Loligo forbesi*, GL bis 75 cm) kann erheblichen »Schaden« verursachen. Dieser Kalmar lebt an den europäischen Küsten und bildet ebenfalls in regelmäßigen

Zeitabständen Schwärme. Dabei stellt er vorwiegend Heringen nach. Kleinere Fische werden auch von den wenige Zentimeter großen ZWERGKALMAREN (Gattung *Alloteuthis*) verfolgt; der ATLANTISCHE ZWERGKALMAR (*Alloteuthis subulata*) dringt sogar in die westliche Ostsee ein, der MITTELLÄNDISCHE ZWERGKALMAR (*Alloteuthis media*) kommt im Marmarameer bis zur Grenze des ihm zusagenden Salzgehalts vor.

Salzgehaltsgrenze

Aus der Gruppe der Schließaugenkalmare sei noch der SCHUPPENKALMAR (*Lepidoteuthis grimaldii*) als Vertreter einer eigenen Familie erwähnt. Er wurde erstmals 1895 im Magen eines Pottwals gefunden. Die systematische Eigenständigkeit der über einen Meter großen Tiere steht durch die eigenartige Schuppenbedeckung des Mantels außer Zweifel. Die genaue Zuordnung ist noch ungeklärt.

Die NACKTAUGENKALMARE (Überfamilie Architeuthoidea) zählen achtzehn Familien. Ihre vordere Augenkammer ist durch einen annähernd herzförmigen Lidspalt weit offen und steht in dauernder Verbindung zur Außenwelt (Oegopsida). Dieser Gruppe gehören Formen mit sehr unterschiedlicher Lebensweise an, zu ihr zählen nicht nur die gewöhnlichen Kalmare der Hochsee, sondern auch die sagenumwobenen Riesentintenschnecken und die absonderlichen Arten in der Tiefsee. Besondere Beachtung verdient in dieser Beziehung der Laich: Wie bei allen Kalmaren besitzen auch die Eier der Nacktaugenkalmare Gallerthüllen; dieser Laich mit oft recht kleinen Eiern wird jedoch entsprechend dem Lebensraum nicht mehr angeheftet, sondern schwebt in Bändern bis zu ein Meter Länge frei im Meer. Das Gelege ist um so größer, je mehr die Nachkommenschaft gefährdet scheint.

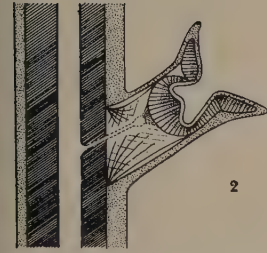
Zu den schönsten Vertretern der Gruppe zählt die WUNDERLAMPE (*Lycoteuthis diadema*, GL 12 cm; Abb. 5, S. 188) in den Tiefen des südlichen Atlantik. Wegen der Durchsichtigkeit des Mantels glänzt ihr Körper wie ein von bunten Edelsteinen besetztes Diadem. Dieses prachtvolle Auffunkeln wird durch 22 Leuchtorgane bewirkt, die nicht weniger als zehn verschiedenen Bauformen angehören. Die besonderen Eigentümlichkeiten jeder dieser Bauformen zeigen erneut die »Erfindungsgabe« und die mannigfaltigen Möglichkeiten der Natur. So stellen diese Tiere nicht nur für einen ahnungslosen Betrachter, sondern auch für den Wissenschaftler eine Besonderheit dar. Allerdings stehen andere Arten, wie *Pterygioteuthis giardi* des Indischen Ozeans, dieser Vielfalt kaum nach, denn auch bei dieser Art unterscheidet man mindestens sieben verschiedene Arten von Leuchtorganen. Der Kopffüßerfachmann Carl Chun, dem wir die genaueren Kenntnisse der Leuchtorgane verdanken, stellte aufgrund seiner Untersuchungen vier verschiedene Organe nahe den Augen fest, ferner solche nahe dem After (Analorgane), an den Kiemen und am Bauch. Als — soweit wir wissen — einziges Tier besitzt die Wunderlampe auch an jedem der verlängerten Fangarme zwei Leuchtorgane (Tentakelorgane). Nicht nur im Gewebeaufbau, sondern auch im Lichtwert und in der Leuchtfarbe sind die Organe verschieden.

Die Wunderlampe

Eine weitere Besonderheit konnte bei einigen anderen Tiefseebewohnern entdeckt werden. Der wenige Zentimeter große, im Mittelmeer und in anderen wärmeren Meeren verbreitete ACHTARMKALMAR (*Octopodoteuthis sicula*) besitzt, wie der Name sagt, nur acht Fangarme; offenbar fehlen ihm die bei-



1



2

den verlängerten Arme völlig (vgl. Kraken; s. S. 217). Nicht allein der Körperbau zeigt die Zugehörigkeit dieser Arten zu den Schließaugenkalmaren. Nach Bekanntwerden der Jugendformen war die scheinbare Achtarmigkeit kein Rätsel mehr: Die den Eihüllen entschlüpfenden Jungtiere besitzen durchaus die gewöhnliche Zahl von zehn Armen; erst in der Weiterentwicklung zum erwachsenen und geschlechtsreifen Tier bilden sich die beiden langen Arme zurück.

Gefährliche Jäger der Hochsee stellen die HAKENKALMARE (Familie Onychoteuthidae) dar. Der Hornring ihrer Saugnäpfe an den Fangarmen ist zu unsymmetrisch angeordneten, verschieden langen Haken umgebildet. Unser GEMEINER HAKENKALMAR oder KRALLENKALMAR (*Onychoteuthis banksi*, GL 15–20 cm; Abb. 3, S. 188) besitzt zwei Reihen solcher Krallen an jeder Endkeule, so daß er über ein wirksames Greifwerkzeug verfügt. Ähnlich ist auch der größere, in kälteren Meeren heimische KÖDERKALMAR (*Gonatus fabricii*), dessen deutscher Name sich von der Verwendung des Fleisches als Fischköder ableitet, mit Haken und Krallen ausgerüstet; weniger kräftig und auffallend als beim Krallenkalmar treten diese Haken auch an den Fangarmen selbst auf.

Tiefseeformen von gänzlich anderer Gestalt und durch furchterregendes »Seemannsgarn« vielfach übertrieben, sind die RIESENKALMARE (Familie Architeuthidae), ursprünglich nannte man sie »Kraken«. Wenngleich wir die sagenhaften Erzählungen früherer Jahrhunderte nicht allzu ernst nehmen dürfen, so enthalten sie doch etliches an Wahrheit: Riesentintenschnecken, die Segelschiffe angreifen und samt Mannschaft mit sich in die Tiefe reißen – solche Geschichten gehören allerdings ins Reich der Fabel. Andererseits kann nicht alles als Übertreibung abgetan werden. Frank W. Lane berichtet von glaubwürdigen Unterlagen aus jüngerer Zeit, daß Riesenkalmare tatsächlich manchmal Schiffe anfallen (Verwechslung mit dem Pottwal, ihrem Erzfeind?). Daneben haben angeschwemmte Einzeltiere von Riesenkalmaren sowie der Mageninhalt mancher Pottwale gezeigt, zu welcher erstaunlicher Körpergröße es alte, in der Tiefsee verborgene Tiere bringen können: einschließlich der verlängerten Fangarme erreichen sie mehrere Meter Länge. Die häufigste nordatlantische Art (*Architeuthis dux*) mißt meist nur ein bis zwei Meter; ein Tier der verwandten Art *Architeuthis clarkei* dagegen, das an der ostenglischen Küste gestrandet war, besaß eine Gesamtlänge von über sechs Meter. Weitere Tiere (*Architeuthis harveyi*) zeigen ebenfalls solche und größere Ausmaße. Manche (z. B. *Architeuthis princeps*) erreichen die unwahrscheinliche Größe von sechseinhalb Meter Körperlänge mit zehn Meter langen Fangarmen und ein Gewicht von drei Tonnen. Den bisherigen Rekord hält ein Tier, das 1933 vor Neuseeland erbeutet wurde. Es besaß acht Meter Körperlänge und vierzehn Meter lange Fangarme, war insgesamt also zweiundzwanzig Meter lang. Leider zerstören Stürme und Todeskampf den weichen Körper der Riesenkalmare erheblich, bevor sie die Oberfläche erreichen. So kann die Artzugehörigkeit oft nicht oder nur ungenau – nach der Form der Kiefer – bestimmt werden.

Die Riesenkalmare

Abgesehen von diesen vereinzelt gefundenen Riesentieren, kennen wir aus Magenuntersuchungen der Pottwale (s. Band XI, S. 481) viel erstaunlichere Tatsachen: Saugnäpfe von fünfzehn bis zwanzig, ja fünfundzwanzig Zentime-

Die längsangeschnittenen Saugnäpfe einer 1 Zehnarmigen (vgl. S. 201) und 2 Achtarmigen Tintenschnecke (vgl. S. 215).

ter Durchmesser und Augen von vierzig Zentimeter Durchmesser – die größten Augen im gesamten Tierreich. Solche Beweisstücke lassen auf Riesenkalmar mit zehn Meter großen Körpern und über fünfundzwanzig Meter Gesamtlänge bei einem Gewicht von mehreren Tonnen schließen! Allerdings sind derartige Formen wohl nicht allgemein verbreitet; sie stellen vermutlich außergewöhnliche Einzeltiere von Arten dar, die gewöhnlich wenige Meter Gesamtlänge erreichen. Diese Funde lassen vermuten, daß die Tiere mehr als nur ein oder zwei Jahre alt werden. Aufgrund der Magenuntersuchungen bei Pottwalen kann man allerdings auf ein verhältnismäßig häufiges Vorkommen der Riesenkalmar in ozeanischen Tiefen schließen.

Nicht weniger bemerkenswert als die Riesenkalmar ist der in den Tiefen des westlichen Mittelmeers und des anschließenden Atlantik verbreitete SEGELKALMAR (*Histioteuthis bonelliana*, GL etwa 15 cm; Abb. 6, S. 188). Die auffallend purpurrote Färbung mit den an Mantel und Fangarmen zahlreichen Leuchtorganen, die bis zu fünfzig Zentimeter langen Tentakelarme, die durch eine Schirmhaut, das »Segel« (Velum), verbunden sind, und die eigenartige, rechts und links verschiedene Ausbildung der Augen geben dem Tier ein sonderbares Aussehen. Bei nahen Verwandten des Segelkalmars, wie bei dem im gleichen Lebensraum heimischen *Calliteuthis meneghini*, ist die Verschiedenheit der Augen besonders ausgeprägt: Während der etwas kleinere Körper mit orangeroter Färbung, aber ohne Armsegel, ebenfalls mit Leuchtorganen übersät ist, tritt das linke Auge mit einem mächtigen, »krankhaft« aufgetriebenen Augapfel (Bulbus) ungleich stärker hervor als das rechte. Es kann ein Drittel der Kopfgröße erreichen. Auch die augenständigen Leuchtorgane werden davon beeinträchtigt: Das rechte Auge ist von einem leuchtenden Kranz umgeben, das viermal größere linke Auge weist nur vereinzelte, teils rückgebildete Leuchtorgane auf. Welche Bedeutung diese Ungleichheit für das Tier hat, wissen wir nicht.

Der Segelkalmar

Gleich seinen nahen Verwandten ist der KURZFLOSSENKALMAR (*Illex illecebrosus*, GL 20 cm) ein kräftiger Hochseeschwimmer. Die Tiere treten in Schwärmen auf und verfolgen Fische, besonders Heringe sowie Garnelen. Während an den europäischen Küsten die mittelländische Form (*Illex illecebrosus coindetii*) häufig vorkommt, wurde die westatlantische Unterart (*Illex illecebrosus illecebrosus*) nur selten gefunden. Der gleichmäßige Körper mit in Herzform verwachsenen Flossen kennzeichnet die Tiere als hervorragende Schwimmer. Als Fortbewegungsapparat benützen sie nur den Trichter. Bei schneller Rückwärtsbewegung wird die große endständige Flosse dicht um den Körper gerollt, um den Wasserwiderstand zu verringern. Neben dem Beagungsarm der Männchen zeigt sich bei der mittelländischen Form auch ein Geschlechtsunterschied in der Körpergestalt.

Der Kurzflossenkalmar

Ein kräftiger Jäger ist der PFEILKALMAR (*Ommatostrephes sagittatus*; Abb. 4, S. 188), eine der größten Arten der Gruppe. Als Hochseeschwimmer verfolgen Schwärme von Pfeilkalmaren die Züge ihrer Beutefische. Von dem sonst recht ähnlichen Kurzflossenkalmar unterscheidet sich diese Art durch zwei unübersehbare Merkmale: Die verschmolzene Flosse ist nicht herz-, sondern rautenförmig, und die verlängerten Fangarme sind nicht nur an der Endkeule, sondern auch am Armschaft mit Saugnäpfen besetzt. Die Jungtiere

Der Pfeilkalmar

der Pfeilkalmare sehen ganz anders aus als ihre Eltern; das hat dazu geführt, daß sie als eigene Gattung (*Rhynchoteuthis*; Abb. 2, S. 188) beschrieben wurden. Die beiden noch unvollständigen Tentakelarme sind nämlich zunächst miteinander verwachsen und bilden einen hohlen Rüssel, mit dem vermutlich die Nahrung wie mit einer Pipette aufgesogen wird.

Der Pfeilkalmar gehört zu jenen Tintenschneckenarten, die bei der Flucht rückwärts aus dem Wasser schnellen können; besonders ist diese Fähigkeit von einer japanischen Art (*Ommatostrephes volatilis*) bekannt. Dieses Herauschießen aus dem Wasser und das meterweite Dahinsegeln ist beim FLIEGENDEN KALMAR (*Stenoteuthis bartrami*, GL etwa 1 m) zur regelmäßigen Verhaltensweise geworden. Diese Art ist in allen wärmeren Meeren heimisch. Sein schlanker, bläulichroter Körper hat ihm auch den Namen BLAUER KALMAR eingetragen. Auffallend wie bei manchen anderen Kalmaren ist ein breiter Hautsaum, der besonders am dritten Paar der Fangarme auftritt. Bei einer anderen Art (*Stenoteuthis caroli*) ist dieser »Schutzsaum« als großes dreikantiges Segel entwickelt.

Der Anglerkalmar

Ein »Sonderling« unter den Kopffüßern ist der ANGLERKALMAR (*Chiroteuthis veranyi*, GL etwa 15 cm; Abb. 1, S. 197). Das bläulich-durchsichtige Tier treibt schwebend im offenen Wasser des Mittelmeers zwischen Quallen (s. Band I) und Salpen (s. S. 445). Seine auffallend großen Augen und die herzförmig-unpaare Flossenscheibe des Hinterendes heben sich scharf vom sonst schlanken Körper ab. Zeigt sich schon beim Betrachten der gewöhnlichen Fangarme von oben nach unten eine Zunahme an Länge und Dicke, so scheinen die beiden verlängerten Arme vollkommen widersinnig zu sein. Wie ein Anhängsel wirkt der Körper im Größenverhältnis zu den fadenförmigen, einen Meter langen Gebilden, die mit kleinen roten Warzenpolstern besetzt sind. Sie dienen als Klebangeln zum Nahrungserwerb. Der Anglerkalmar ist nämlich wie die meisten Rippenquallen (*Ctenophora*, s. Band I) und zahlreiche Seegurken (Holothurien, s. S. 309) ein »Leimrutenfänger«: Schwebende Kleinstlebewesen (Plankton) bleiben durch die Klebzellen der Warzenpolster an den Angleruten, den verlängerten Armen, haften. Von Zeit zu Zeit werden diese Fangwerkzeuge durch hierzu besonders ausgebildete Lippen abgeleckt. Die Jungtiere des Anglerkalmars, die früher einmal einen selbständigen Artnamen (*Doratopsis vermicularis*; Abb. 5, S. 197) bekamen, besitzen bei verhältnismäßig gewöhnlicher Armform am schlanken Körper eine stabartige, oft körperlange Verlängerung. Dieser Anhang, mit einer blattförmigen seitlichen Erweiterung am Ende, ist Teil des Schalenrestes (Gladium), der vom Mantel nicht umschlossen ist.

Im Anschluß an diesen eigenartigen Kalmar verdient noch einer seiner Verwandten, *Chiropsis mega*, Erwähnung; als einzige Kopffüßerart hat sie, wie es scheint, ein echtes Begattungsorgan (Penis) in Form des stark verlängerten Gonodukt-Endes ausgebildet, das dem Weibchen eingeführt werden kann. Ein Hektokotylus fehlt diesen Tieren.

Andere außergewöhnliche Formen finden wir in der Familie der GALLERTKALMARE (Cranchiidae, GL meist 3–10 cm), die geradezu absonderliche Gestalten annehmen. Durch den Lebensraum der Tiefsee bedingt, hat sich ein meist fest mit dem Körper verwachsener, durchsichtig-gallertiger Mantel aus-

gebildet, durch den Teile der inneren Organe und die Leuchtkörper gespenstisch hindurchschimmern. Tonnenartig aufgetriebene oder stromlinienförmige Tiere sind offenbar den Lebensbedingungen der lichtarmen Zonen angepaßt. Der Verlust oder die Rückbildung der Fangarme (nicht aber Tentakelarme; vgl. Abb. 2 u. 4, S. 197) bei zahlreichen Arten lassen auf eine besondere Weise der Nahrungsaufnahme schließen. Kennzeichnend für die Gallertkalmare sind die außergewöhnlichen Augenbildungen, über die Siegfried H. Jaeckel folgendes berichtet: »Häufig sind die Augen vergrößert, in einer ganzen Anzahl von Fällen gestielt. Derartige Stielaugen wurden besonders bei Jungtieren von in der Tiefe frei schwimmend lebenden Arten festgestellt, die im erwachsenen Zustand normale, sitzende Augen haben. Das TIEFENWUNDER (*Bathothauma lyrroma*; im Mittelatlantik) und das SANDALENAUGE (*Sandalops melancholicus*; im Südatlantik; Abb. 4, S. 197) besitzen sie zeitlebens. Die einzigartige, bauchwärts gerichtete Stellung beim Sandalenaug hängt vielleicht mit einer schräg nach aufwärts gerichteten Schwimmstellung zusammen, die beim WARZIGEN GALLERTKALMAR (*Cranchia scabra*) beobachtet wurde.«

Diese letztere, weitverbreitete Art ist einer der wenigen Gallertkalmare mit kräftiger, dunkler (und zwar brauner) Färbung, die sonst für zahlreiche andere Tiefenbewohner kennzeichnend ist. Zu den eigenartig gestalteten Augen vieler Arten kommt die Mannigfaltigkeit der Leuchtorgane hinzu, die bei einer Art (*Desmoteuthis pellucida*; Abb. 3, S. 197) sogar scheinerartig nach hinten und unten leuchten. Die Flossen der Gallertkalmare sind meist zwei fast endständige, kleine und annähernd kreisförmige Gebilde, die gleich dem Mantel sehr wenig Muskeln besitzen. Wir können daraus folgern, daß die meisten Formen ohne Eigenbewegung schweben und dabei von Wasserströmungen nicht nur in der Waagerechten, sondern auch in der Senkrechten verdriftet werden. Die Tiere haben eine einmalige Anpassung entwickelt: Ein großer, dem Mantelraum anliegender Leibeshöhlsack (Coelomsack) ist vollkommen prall mit Gewebswasser gefüllt. Diese Flüssigkeit weist bezeichnenderweise einen dem Seewasser gleichen Diffusionsdruck auf (Isotonie), besitzt aber geringere Dichte. Dadurch wird das spezifische Gewicht stark herabgesetzt und die passive Bewegung der Gallertkalmare besonders wirksam unterstützt.

Die TIEFSEEVAMPIRE (Ordnung Vampyromorpha) sind Tintenschnecken mit acht deutlich ausgebildeten und zwei (dem zweiten Paar) zu dünnen Fäden rückgebildeten Fangarmen, ohne Tentakelarme, Saugnäpfe ungestielt, etwas erhoben, mit Innenaussteifung, aber ohne erkennbaren Hornring. Mantel mit rückenständigen Flossen; Trichter mit Klappe; Tintenbeutel rückgebildet, ohne Eischalendrüsen; Mundhaut nicht gelappt. Einzige Art: TIEFSEEVAMPIR (*Vampyroteuthis infernalis*, GL 10–28 cm, KL 6–10 cm, Armlänge 6–8 cm; Abb. 6 u. 7, S. 197) mit zwei Unterarten.

»Eine der abenteuerlichsten Gestalten unter den pelagischen [im freien Wasser lebenden] Tiefseeformen« bezeichnet Carl Chun den Tiefseevampir, den der Forscher 1903 nach der Deutschen Valdivia-Tiefsee-Expedition erstmals der Welt vorstellte. Trotz der Eigenart dieser Form und obwohl in den folgenden dreißig Jahren von verschiedenen Wissenschaftlern mehrere Tiere

Anpassungen
an die Tiefsee

Ordnung
Tiefseevampire



Fangarm eines Tiefseevampirs mit seinen Zirren und Saugnapfen.

aufgefunden und sogar elf verschiedene Arten beschrieben wurden, war die eigentliche aufsehenerregende Überraschung der Öffentlichkeit noch vorbehalten. Diese Ehre gebührt der nordamerikanischen Forscherin Grace E. Pickford. Sie zeigte 1936 zum erstenmal, daß der Tiefseevampir (oder, wenn man den wissenschaftlichen Namen wörtlich übersetzt: die Höllische Vampirtintenschnecke) ein Restbestand längst vergangener Formen darstellt, die zwischen den Zehnarmigen und Achtarmigen Tintenschnecken vermitteln. Weisen die äußeren Merkmale und die plumpe Gestalt auf die Achtarmigen Tintenschnecken hin, zu denen der Tiefseevampir ja auch bislang gestellt wurde, so zeigen der innere Aufbau und einige Besonderheiten eine engere Verwandtschaft mit den Zehnarmigen. G. Pickford konnte in Einzeldarstellung anhand sämtlicher bisher erbeuteter Tiere dieser Gruppe in mehreren Arbeiten ihre Zugehörigkeit zu einer einzigen Art beweisen. Allein der mangelhaften Erhaltung und den verschiedenen Entwicklungsstadien der Einzeltiere ist es zuzuschreiben, daß man sie fälschlich in acht verschiedene Gattungen einteilte. Der Tiefseevampir ist weltweit in kalten Tiefenschichten der tropischen und subtropischen Meere verbreitet.

Der plumpe Körper mit sackförmigem, vom Mantel eingeschlossenem Rumpf besitzt zwei übergroße, tiefrot leuchtende Augen. Die acht Fangarme sind untereinander durch Spannhäute verbunden und bilden einen gewaltigen Schirm, der dem Tier den Namen »Vampir« eingetragen hat. Der Eindruck der unheimlichen Erscheinung wird verstärkt durch die purpurrote bis schwarze Färbung des Tiefseevampirs, die sich gegen das tiefe Schwarz der Schirminnenseite nur wenig abhebt. Zwei paddelförmige Flossen an der Oberseite des mit schwachen Muskeln versehenen Mantels und die abstehenden Papillen (Zirren) der Arme vervollständigen das Bild (Abb. 6, S. 197). Die Papillen treten zu fünf bis acht an der Zahl nahe dem Mund vor den ersten Saugnapfen auf (primäre Zirren), insgesamt bis zu 110 beidseitig. Die bis 22 in einer Reihe stehenden Saugnapfe sind erhoben-ungestielt und ohne besondere Bewaffnung. Nach außen hin nehmen sie an Größe ab, bis sie an den Armspitzen in warzenartige Papillen übergehen. Der bisher größte Seevampir mit 28 Zentimeter Gesamtlänge wurde vor der südafrikanischen Küste gefangen. Er zeigt bemerkenswerterweise in der Zahl der Papillen (Primärzirren) keine Abweichung, dagegen waren an den leider stark zerstörten Armen wohl über dreißig Saugnapfe ausgebildet.

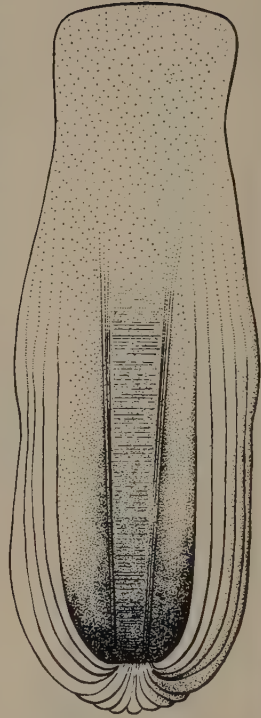
Eine genauere Betrachtung der Tiere läßt neben den acht großen, durch das Segel verbundenen Armen ein Paar schmale, meist spiralig gewundene Gebilde erkennen. Diese in Taschen rückziehbaren Fäden (Filamente) zwischen den obersten und zweiten Armen stellen ursprünglich ein fünftes (in der Reihung das zweite) Armpaar dar. Es ist stark rückgebildet und offenbar zu Tastwerkzeugen umgeformt. Zwei nahe der Mantelöffnung gelegene Warzen scheinen als Riechorgane zu dienen. Die bei ausgesprochenen Tiefsee-Kopffüßern vorhandenen Leuchtorgane besitzt auch der Tiefseevampir. Ein Paar großer, aus 30 bis 75 Einzelpunkten zusammengesetzter Organe befindet sich in Augenhöhe auf der Rückenfläche. Hinter den Flossen liegen zwei mit Hornhaut versehene »Leuchtaugen«. Sie können durch je ein »Lid« von hinten her »geschlossen« werden. Zahlreiche kleine Leuchtorgane zeigen

sich weiterhin in der Mantelhaut, besonders nahe dem Trichter, und an den Armansätzen eingebettet.

Wie die meisten Tintenschnecken trägt auch der Tiefseevampir keine echte Weichtierschale. Immerhin ist ein im Verhältnis zur Körpergröße bedeutender Rest erhalten, der allerdings keinerlei Verkalkung aufweist. Die bootsförmige Gestalt dieses breitgestreckten, durchsichtigen Schalenrestes (Gladius) ist in Aufsicht nahezu dreimal so lang wie breit und mißt gewöhnlich drei bis sechs Zentimeter. Bei dem südafrikanischen Einzeltier erreicht er fast zehn Zentimeter Länge. Dieser einzigartige Schalenrest deutet am Hinterende eine Einrollung nach unten an, wie sie beim Posthörnchen ausgeprägt ist. Gegen den Kopf zu ist der Schalenrest breit abgeschnitten. Diese Schale hat keine besondere Ähnlichkeit mit dem Schalenrest irgendeiner lebenden Form. Wie G. Pickford feststellt, kann sie nur im Zusammenhang mit bestimmten ausgestorbenen Vorfahren der heutigen Tintenschnecken verstanden werden.

Ein Blick auf die Entwicklung erklärt die Sonderstellung der Tiefseevampire. Die im Durchschnitt größeren Weibchen geben die befruchteten, drei bis vier Millimeter großen, kugeligen Eier offenbar einzeln und frei in das Wasser ab, nachdem die Übertragung der Samenkapseln wahrscheinlich mit dem männlichen Trichter durchgeführt wurde. Ein eigens als Begattungswerkzeug umgebildeter Arm ist nicht vorhanden. Eine sonderbare Entwicklung der Flossen zeigt sich beim Heranwachsen der Jungtiere. Betrachten wir ein frisch aus dem Ei geschlüpfes Tier, so können wir den Kopf mit Augen und Armstummel sowie den flossenlosen Rumpf mit den beiden hinteren Leuchtorganen erkennen. Kurz darauf — die Gesamtgröße ist etwa sieben bis acht Millimeter — beginnen knapp hinter den Leuchtorganen zwei schmale Lappen zu wachsen, die Jugendflossen. Hat das heranwachsende Jungtier drei bis dreieinhalb Zentimeter Länge erreicht, so bildet sich vor den Leuchtorganen ein zweites Flossenpaar aus. Schließlich haben wir eine viereinhalb Zentimeter große Jugendform vor uns, die an der Oberseite des Mantels nahe dem Hinterende vier gleiche Flossen zeigt (Abb. 7, S. 197). Überraschenderweise bilden sich aber die hinteren Jugendflossen im Laufe des weiteren Wachstums wieder zurück. Die erwachsenen Tiere besitzen daher nur noch ein Flossenpaar. Es liegt paddelförmig vor den Leuchtorganen. Aufgrund dieser Beobachtungen ist es verständlich, daß die vereinzelt gefundenen Tiere je nach ihrem Entwicklungszustand als verschiedene Arten aufgefaßt wurden.

Das Vorkommen dieser »lebenden Fossilien« ist nach den bisherigen Befunden an Grenzen gebunden, die von Temperatur, Salzgehalt und Sauerstoffdichte bestimmt werden. Der Tiefseevampir ist eine frei lebende, in 300 bis 3000 Meter, für gewöhnlich aber in 1500 bis 2500 Meter Tiefe vorkommende Form. Er bevorzugt zwei bis sechs Grad Celsius, eine Wasserschicht, deren Sauerstoffgehalt knapp oberhalb der für ihn noch erträglichen Mindestmenge liegt. In diesen lichtlosen Tiefen scheinen uns vielleicht die Augen (wie bei anderen Tiefseetieren) ohne jeden Nutzen zu sein. Da diese Schichten aber von zahlreichen Lebewesen mit Leuchtorganen bewohnt sind, ist der Tiefseevampir vom Sonnenlicht unabhängig. Die geographische Verbreitung



Die bootsförmige Schale eines Tiefseevampirs.

Der Lebensraum

scheint nach Norden und Süden durch den vierzigsten Breitengrad begrenzt zu sein. Wir finden unseren ATLANTISCHEN TIEFSEEVAMPIR (*Vampyroteuthis infernalis infernalis*) von den Azoren bis Südafrika.

Bis heute konnte man insgesamt etwa hundertzwanzig Tiefseevampire erbeuten — vom soeben geschlüpften Jungen bis zum erwachsenen Tier. Sicherlich wird es der Tiefseeforschung gelingen, noch weitere Tiere und vielleicht auch andere Arten dieser altertümlichen Gruppe von Tintenschnecken aufzufinden und so unsere Kenntnis zu erweitern.

Ordnung
Achtarmige Tinten-
schnecken

Als letzte Kopffüßerordnung und damit als letzte Weichtiergruppe überhaupt folgen nun die ACHTARMIGEN TINTENSCHNECKEN (Octobrachia). GL einschließlich Arme 1,5 cm bis über 3 m. Acht meist gleichmäßig ausgebildete Arme; keine fadenförmig ausgebildeten oder verlängerten (Tentakel-)Arme; Mundhaut fehlt. Saugnäpfe nicht gestielt, sondern breit angesetzt, ohne Hornring oder Haken (Abb. S. 209). Mantel am Rücken mit dem Körper verwachsen, meist ohne Flossen; Trichter ohne Klappe; Eischalendrüsen fehlen. Herzbeutel weitgehend rückgebildet. Zwei Unterordnungen: 1. Zirrenträger (Cirrata, s. unten) mit vier Familien, 2. Kraken i. w. S. (Incirrata, s. S. 216) mit sechs Familien in drei Überfamilien.

Die eigentümliche Gestalt des »Kraken« oder »Oktopus« ist auch außerhalb der zoologischen Fachkreise wohlbekannt, nicht zuletzt aufgrund zahlloser Abbildungen und Witzzeichnungen. Dabei wird der eigentliche Rumpf des Tieres nicht selten als »Kopf« mißverstanden, weil das Tier bei eiliger Fluchtbewegung durch Rückstoß mit dem Körper voran »rückwärts« davonschwimmt. Es gibt aber auch Arten, die durch eine überaus starke Schirmbildung zwischen den Armen an den Segelkalmar (s. S. 210) oder den Tiefseevampir (s. S. 213) erinnern.

Unterordnung
Zirrenträger

Bei den ZIRRENTRÄGERN (Unterordnung Cirrata) sind die Fangarme neben den Saugnäpfen mit zwei Reihen von Papillen (Zirren) besetzt. Arme stets mit Schirmbildung; kein Begattungsarm. Mantel mit zwei Flossen; Schalenrest vorhanden. Raspelzunge, hintere Speicheldrüsen und Tintenbeutel rückgebildet. Vier Familien mit etwa dreißig Arten.

Die Zirrenträger sind Tiefseebewohner, ihre Nahrung besteht aus schwimmenden Kleinkrebsen und sonstigen Kleinstlebewesen. Hierdurch erklärt sich der Verlust der Raspelzunge; sicherlich haben beim Fang der kleinen Beute der gewaltige Armschirm und der Zirrenbesatz der Arme eine besondere Aufgabe.

Mit der frei schwimmenden Lebensweise und der Ausbildung von Flossen hängt es zusammen, daß die Zirrenträger noch gut erkennbare, unverkalkte Schalenreste von sehr unterschiedlicher Form besitzen. Beim ARKTISCHEN WUNDERSCHIRM (*Cirrotheuthis mülleri*, GL 25 cm) zum Beispiel, der in vierhundert bis dreitausend Meter Tiefe um Grönland vorkommt, werden die beiden paddelartigen Flossen durch einen sattelähnlichen Schalenrest gestützt, so daß ein regelrechtes Flossenschwimmen möglich wird. Sehr ähnlich ist der BLINDE WUNDERSCHIRM (*Cirrothauma murrayi*, GL 13 cm; Abb. 1, S. 198); er besitzt jedoch keine Augen und ist damit der einzige bisher bekannte blinde Kopffüßer. Auffällig ist bei diesem in zwei- bis dreitausend Meter Tiefe im Nordatlantik lebenden Tier die verhältnismäßig geringe

Größe des Trichters, der daher kaum mehr zur Fortbewegung beitragen kann. Wahrscheinlich übernimmt der große Schirm, ähnlich dem der Quallen, einen Teil dieser Aufgabe. Nicht nur diese (mutmaßliche) Fortbewegung, sondern auch das gesamte Aussehen des Blinden Wunderschirms erinnert nach Carl Chun an Quallen: Die durch die große Tiefe bedingte glasig-wasserreiche Dichtigkeit der Tiere sowie ihre halbdurchsichtige blasse Färbung machen den Eindruck einer ebenso zerbrechlichen Zartheit.

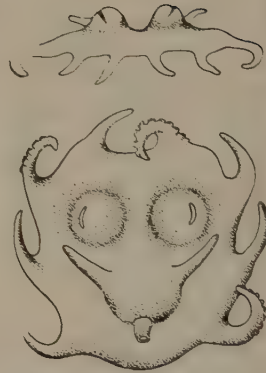
Die mit etwa zwanzig Arten formenreichste Familie der Zirrenträger sind die STAUREUTEUTHIDEN (Stauroteuthidae); sie sind weltweit verbreitet. Zu ihnen gehört *Grimpoteuthis umbellata* (GL 15 cm), die im Atlantik von den Azoren bis zu den Kapverden vorkommt. Diese violetten Tiefseetiere besitzen keinen großen Armschirm; sie sind von plumper Gestalt. Die beiden abstehenden Flossen werden bei allen Arten durch einen U- oder V-förmigen Schalenrest gestützt.

Bei den Scheibenschirmen (Familie Opisthoteuthidae, GL bis 30 cm) verkümmert auch dieser Rest bis auf ein stabförmiges bedeutungsloses Gebilde. Die Tiere benötigen eine derartige Stütze nicht mehr, denn sie haben sich vollkommen dem Leben am Tiefseegrund angepaßt. Der braunviolette Körper scheint lediglich aus dem der Bodenfläche angepreßten Armschirm und den halbkugeligen vorspringenden Augen zu bestehen. Hinter diesen hebt sich der abgeflachte, stark verkümmerte »Rumpf« samt Flossenresten und kleinem Trichter nur wenig ab. Von sechs bekannten Arten lebt allein der NORDATLANTISCHE SCHEIBENSCHIRM (*Opisthoteuthis agassizi*) zwischen Irland und Grönland im europäischen Bereich. Der eigenartige Körperbau deutet auf eine kriechende Lebensweise oder auf ein quallenartiges Schwimmen hin. Wie allen Zirrenträgern fehlt dieser Gruppe ein besonders ausgebildeter Begattungsarm: Der Same wird frei übertragen, ohne daß hier allerdings Samenpakete gebildet werden.

Bei den KRAKEN IM WEITEREN SINN (Unterordnung Incirrata) tragen die Fangarme keine Zirren; Schirmbildung schwach oder fehlend. Mantel ohne Flossen; nur *Octopus* mit Schalenrest; Begattungsarm ausgebildet. Sechs Familien in drei Überfamilien; insgesamt etwa 170 Arten.

Der gallertige, oft glasig-durchsichtige Körper der WEICHKIEFERKRAKEN (Überfamilie Bolitaenoidea) erinnert teilweise an die Gallertkalmare, mit denen sie in der Tiefsee leben. Die Eigenart der Lebensweise führte wohl zum Verlust jeglicher Stützknorpel und bedingte als auffallendes Merkmal die sonst zwar kräftigen, hier jedoch weichen Kiefer. Offensichtlich nehmen die Weichkieferkraken keine harte Nahrung zu sich. Mit ihrem deutlichen, aber keineswegs ausgedehnten Armschirm bildet die Gruppe einen Übergang von den Zirrenträgern her. Die offene Augenkammer kommt innerhalb der Achtarmigen Tintenschnecken nur ihnen zu. Die wenigen Arten haben durch auffallende Besonderheiten Beachtung gewonnen.

Die nur wenige Zentimeter großen Vertreter der Gattung *Bolitaena* weisen das bisher tiefste Vorkommen für Kopffüßer auf. So fand man *Bolitaena pygmaea* in 5400 Meter und *Bolitaena diaphana* in 4400 Meter Tiefe, das ist jedoch sicher noch nicht die tatsächliche Grenze ihrer senkrechten Verbreitung. Der indopazifische *Amphitretus pelagicus* (GL 5–6 cm) kommt eben-



Scheibenschirm von der Seite und oben gesehen.

Unterordnung
Kraken i. w. S.

falls aus der Tiefsee; kennzeichnend für diese Art sind die aufwärts gerichteten Teleskopaugen, die vermutlich das von oben kommende Licht wahrnehmen sollen. »Es muß dazu bemerkt werden, daß letztere nicht wie Fernrohre wirken, sondern wegen ihrer Form so genannt sind«, betont Siegfried H. Jaekel, um andernorts festzustellen, daß sie so angeordnet sind, »daß beide Augen gleichgerichtet sind und das gleiche Bild aufnehmen. Solche Augen sind keineswegs weit-, sondern kurzsichtig, da der Abstand zwischen Linse und Netzhaut verlängert ist. Die Fähigkeit der Akkomodation [Entfernungseinstellung] ist sehr beschränkt. Es ist möglich, daß sie Bewegung und Entfernung naher Objekte erkennen lassen.« Die Tiere sind in eine Gallert-hülle eingebettet, die auch den Armschirm (nicht aber die Armspitzen) umfaßt. Wie eine gemusterte Glaskugel mutet *Vitreledonella alberti* (Abb. 2, S. 198) an, deren vom Mantel eingeschlossene Organe auffallend klein sind. Die Art *Vitreledonella richardi* soll nach Louis Joubins Angabe lebendige Junge »gebären« (vgl. S. 222).

Die Kraken

Die eigentlichen KRAKEN (Überfamilie Octopodoidea) sind im Gegensatz zu den bisher besprochenen Achtarmigen Tintenschnecken weithin bekannte Tiere. Der Name »Krake« stammt aus dem Norwegischen, die Tiere tragen diese Bezeichnung eigentlich zu Unrecht, denn mit Kraken meinen die Norweger die Riesenkalmar (s. S. 209). Auch die Bezeichnung »Polypen«, wie man die Kraken gelegentlich nennt, ist irreführend, weil dieser Name einer bestimmten Erscheinungsform der Nesseltiere (s. Band I) vorbehalten ist.

Der GEMEINE KRAKE (*Octopus vulgaris*, GL bis 3 m; Abb. S. 233 u. Abb. 4, 5, S. 198) ist im Mittelmeer und von den Kanarischen Inseln bis zur Nordsee heimisch. Er gehört zu den in breiten Volkskreisen bekanntesten aller Kopffüßer. Häufig findet er sich an felsigen Küsten. Sein sackförmiger Körper trägt keine Flossen; zwei stabförmige Schalenreste kommen nur bei dieser Gattung noch vor. Seine Fangarme sind lang und geschmeidig-beweglich; sie tragen zwei Reihen Saugnapfe. Seine großen Augen wirken starr und sind mit Lidern versehen. In verschiedenen Unterarten weltweit verbreitet, weichen die Einzeltiere dieser Art schon in unserem Bereich in Färbung und Größe stark voneinander ab. So erreicht der Krake der Nordsee kaum über siebenzig Zentimeter Gesamtlänge, während im Mittelmeer Tiere von drei Meter Länge und fünfundzwanzig Kilogramm Gewicht gefangen werden. Die gelblich-graue bis dunkelbraune Marmorzeichnung der Haut kann bei Erregung durch rote Töne noch wechselhafter werden; das Tarnvermögen ist also gut ausgeprägt.

Als reine Bodenformen sind die Kraken selten im freieren Wasser anzutreffen. In Gefahr benutzen sie die Rückstoßbewegung zur Flucht. Mit Hilfe ihrer äußerst kräftigen Fangarme kriechen oder stelzen sie vorzugsweise auf felsigem Grund umher, um sich in eine natürliche Höhle zurückzuziehen und auf die Lauer zu legen. Die Kraken sprechen auf jeden Berührungsreiz mit Bewegung an (Thigmotaxis). Bei ungünstiger Umgebung verzichten sie nie auf »Rückendeckung«. Ist kein geeigneter Unterschlupf vorhanden, so wird mit Hilfe der Fangarme einfach ein »Steinnest« oder ein Steinwall errichtet. Weibliche Kraken treiben Brutpflege; in Höhlen oder solchen Steinnestern bewachen sie ihren kleineiigen, in traubigen Haufen abgelegten Laich.

Brutpflege

Dabei versorgt das Muttertier die manchmal bis zu 150 000 Eier mit frischem Atemwasser, streichelt und säubert sie und verläßt das Gelege während der ganzen einmonatigen Brutzeit nicht. Kleinere Kraken nisten sich während der Brutzeit häufig in leeren Muschelschalen ein, die sie bei Störung schließen und sich so vor Gefahren schützen. Die Brutpflege kann, wie bei einer Art (*Octopus aegina*) beobachtet wurde, sogar eine Schlüpfhilfe mit einschließen. Nach Beendigung der bei den einzelnen Arten verschiedenen langen Brutzeit sterben die Muttertiere meist ab, ohne seit dem Abkriechen Nahrung zu sich genommen zu haben.

Der Gemeine Krake macht auf alles Jagd, was er überwältigen kann. Als Hauptnahrung dienen ihm große Krebse und Krabben sowie verschiedene Muscheln. Seine Beute überfällt er als echter Wegelagerer aus dem Hinterhalt. Nicht selten wurde das Anlegen von Vorräten beobachtet, das heißt, mehrere Beutetiere wurden gesammelt, aber erst später verzehrt. In einiger Entfernung vom Versteck werden Futterreste und Kot zu einem Abfallhaufen zusammengetragen. Allerdings bleiben um das Versteck des Kraken noch genügend Reste liegen, die seine Wohnung verraten. Die Beute wird mit den Fangarmen erfaßt, in den Mund gezogen und mit Hilfe der Kiefer aufgeknaßt. Nicht selten kommt es dabei mit wehrhaften Tieren, wie dem Hummer (*Homarus vulgaris*, s. Band I), zu einem Kampf, in dem der Krebs, durch seinen starken Panzer geschützt und mit kräftigen Zangen bewaffnet, zum Angriff übergeht: »Er geht daran«, so schildert Ulrich K. Schulz einen solchen Kampf, »mit den Panzerscheren den Kraken in der Mitte seines eigentlichen Körpers zu packen. Der Hummer scheint turmhoch im Vorteil. Die große Tintenschncke schießt, vom Schmerz aufs äußerste gepeinigt, alles an Farbstoff ab, was ihr Tintenbeutel hergeben kann, und benutzt die dadurch verursachte offensichtliche Verwirrung des Krebses nunmehr ihrerseits zur Vorbereitung eines Generalangriffes. Von allen Seiten schieben sich unheimlich im Schutz der völligen »Vernebelung« die acht Arme schlangengleich an den Hummer heran. Greifarm um Greifarm packt mit Hunderten von Saugnäpfen zu. Diesmal wird dem Krebs die Umstrickung zum Verderben. Festgelegt sind die gefährlichen Scheren, und mit seinem kieferbewehrten Mund schiebt sich der Krake über den Gegner, zertrümmert ihm die Schale des Kopfteils und spritzt das giftige Sekret seiner Speicheldrüsen ein. Noch ein Zittern und Zucken — dann hat der Krake gesiegt.«

Bei Auseinandersetzungen mit Artgenossen bringt — wie bei vielen anderen Tieren — die »Hausherrenrolle« dem Verteidiger eines Eigenbezirks einen »moralischen« Vorteil: Wettbewerber und Nebenbuhler werden ebenso angegriffen wie Vertreter anderer Krakenarten. Als Beispiel für die großen geistigen Fähigkeiten mag folgende Erzählung von Anton Dohrn dienen, der an der Zoologischen Station in Neapel Kämpfe zwischen Gemeinen Kraken und einem Hummer beobachtete. Diesen ständigen Auseinandersetzungen bereitete Anton Dohrn ein Ende, indem er den Hummer in das nächste anstoßende Becken bringen ließ: »Er war von den beiden vorhergehenden, zwischen denen ein Einschnitt in der Wand ein weites Tor offenließ, durch eine solide Zementmauer getrennt, die ungefähr zwei Zentimeter über den Wasserspiegel hervorragte. Die Hoffnung, den Krebs hier einmal vor den rauf-

Jäger und »Wegelagerer«

Leistungen
des Gehirns

lustigen Kraken zu schützen, war aber umsonst. Noch im Lauf des Tages setzte einer von ihnen über die Mauer, attackierte den arglos dasitzenden Hummer und riß ihn nach kurzem Kampf buchstäblich in der Mitte entzwei! In kaum vierzig Sekunden hatte der Sieger nicht allein den Kampf aufgenommen und vollendet, sondern sich auch schon darangemacht, den Besiegten zu verzehren! Dieser Akt des Kampfes zeigt eine weit über den Instinkt hinausreichende Tätigkeit des Gehirns, er zeigte Klugheit. Der Krake hatte vielleicht gesehen, daß der Hummer von dem Wärter in das nächste Becken gesetzt worden war, oder er hatte durch das zirkulierende Wasser Witterung von der nahen Beute erhalten. Gleichviel, die Tatsache lehrte, daß der Krake von einem Sinnesindruck auf eine Beute, die er nicht sah, schloß und endlich einen Sprung durch die Luft nach jener Richtung hin ausführte.«

Derartige Zufallsbeobachtungen veranlaßten die Zoologen, die Einsichts- und Merkfähigkeit des Kraken in planmäßig angelegten Versuchen zu prüfen. Alfred Kaestner faßt eine solche Versuchsreihe zusammen: In einem Wasserbecken wurde ein Wohnraum für den Kraken eingerichtet, von dem nach einer Seite drei untereinander gleichlaufende Gänge abgingen, die voneinander durch undurchsichtige Platten abgeteilt waren. Der mittlere der Gänge war vom Wohnraum frei zugänglich, die beiden seitlichen aber durch eine Glasscheibe abgeschlossen. An ihrem vom Wohnraum abgewandten Ende aber standen die drei Gänge miteinander in Verbindung. »Nun setzte man«, schreibt Kaestner, »in den linken Gang eine Krabbe in ein tiefes Becherglas, damit keine chemischen Reize von ihr ins Wasser abgegeben werden konnten. Der *Octopus* konnte sie durch die Glasscheibe wahrnehmen. Daraufhin gingen 8 von 29 *Octopus* [mit so vielen Tieren wiederholte man die Untersuchung] schon beim ersten Versuch in den Mittelgang und bogen an dessen Ende richtig nach links ab, obgleich sie während der ganzen Strecke die Krabbe nicht mehr sehen konnten.« Die übrigen Kraken haben das dann auch bald gelernt. Einem der Versuchstiere hatte man dreißig Tage lang täglich im linken Fach eine Krabbe gezeigt, und er war dann auch regelmäßig nach links abgebogen. Als man ihm »am 31. Tag die Beute ins rechte Fach stellte, lief er durch den undurchsichtigen Gang und bog zur richtigen Seite ab. Das kann er aufgrund einer Gedächtnisleistung.« Ein anderer Krake brachte es sogar fertig, eine Glasflasche zu entkorken, um ein Beutetier herauszuholen. Diese Leistungen gehen weit über alles hinaus, was wir sonst von Wirbellosen kennen, sie reichen an die Hirnleistungen höherer Wirbeltiere heran.

Nicht nur im Wasser ist der Krake ein gewandter Kämpfer und Jäger; er wagt sich gelegentlich sogar aus seinem Lebensraum hinaus, um die Verfolgung einer Krabbe auf dem Trockenen fortzusetzen. Das von Anton Dohrn geschilderte Überspringen einer aus dem Wasser ragenden Mauer ist also gar keine Einzelercheinung. Auch seinen Feinden weiß sich der Krake in vielen Fällen geschickt zu entziehen. Seine Todfeinde sind die Mittelmeer-Muräne (*Muraena helena*, s. Band IV, S. 168 und 172) und der Meeraal (*Conger conger*, s. Band IV, S. 167 und 172), daneben auch Haie sowie der Rundkopfdelphin (*Grampus griseus*, s. Band XI, S. 501). Irenäus Eibl-Eibesfeldt berichtet von solchen Begegnungen: »In der Dämmerung kommen beispiels-



Der Begattungsarm (Hektokotylus) des Gemeinen Kraken [s. S. 220].

weise die Muränen, die ihre Beute im Schutz der Dunkelheit beschleichen, aus ihren Schlupfwinkeln. Die jagende Muräne richtet sich vor allem nach ihrem Geruchssinn. Dem ist die Verteidigungsweise der Tintenschnecken angepaßt, die zu ihren Opfern gehören. Die Tintenschnecken stoßen auf der Flucht eine Flüssigkeit aus, die den Geruchssinn des Räubers vorübergehend betäubt. Die Tinte wird hierbei also nicht zur überflüssigen Einnebelung abgegeben. Bei den klaren Sichtverhältnissen am Tage hingegen spielen beide Wirkungsweisen zusammen. Bis der Feind dann wieder im Besitz seiner vollen Sinneskraft ist, hat der Krake natürlich längst das Weite gesucht.»

Gegenüber vielen Kalmaren führen die Kraken ein ausgesprochenes Einzelleben, das nur zur Paarung kurze Zeit aufgegeben wird. Um den Besitz eines Weibchens spielen sich oft erbitterte Kämpfe ab, ehe der Sieger durch Einführen des Geschlechtsarmes in die Mantelhöhle des Weibchens die Begattung vornimmt. Die beiden Partner sitzen weit voneinander entfernt. Nur der Begattungsarm stellt die Verbindung dar. So gelangen schließlich die Samenkapseln durch wellenförmiges Zusammenziehen des Armes zur weiblichen Geschlechtsöffnung. Immerhin dauern diese Vorgänge über eine Stunde.

Ähnliche Verhaltensweisen zeigen die meisten verwandten Arten, wie der ebenfalls weltweit verbreitete LANGARMIGE KRAKE (*Octopus macropus*) oder der ZIRRENKRAKE (*Ozaena cirrosa*), der an den europäischen Küsten von der Adria bis zu den Lofoten heimisch ist. Der Zirrenkrake hat recht eigenartige Samenpakete: In ausgestülptem Zustand sind sie über und über mit Haaren besetzt und werden daher leicht mit Schmarotzerwürmern, den Kratzern (*Acanthocephala*, s. Band I), verwechselt. Der häufige, grau- bis braunfarbige oder gemusterte Zirrenkrake ist schon durch die geringere Größe und durch den deutlich ausgeprägten Armschirm vom Gemeinen Kraken zu unterscheiden, vor allem aber durch die Arme; sie tragen nämlich nur eine Reihe von Saugnäpfen, die an den Spitzen zu Querbalken und Zirren rückgebildet sind.



Zirrenkrake (*Ozaena cirrosa*).

Auch der bekanntere MOSCHUSKRAKE (*Ozaena moschata*, GL bis 40 cm) besitzt einen Armschirm und nur eine Saugnäpfreihe. Seinen Namen verdankt er dem typischen Geruch nach Moschuskraut. Auf das Mittelmeer beschränkt, bewohnt der Moschuskrake Schlamm- und Sandböden, wo er sich — ebenso wie der Zirrenkrake — vorwiegend von toten Tieren ernährt. Wegen dieser Lebensweise kommen uns diese Tiere seltener zu Gesicht, sie werden aber mit Hilfe von Bodenschleppnetzen zahlreich aufgesammelt. Gefangen setzen sie sich wie andere Kraken kräftig zur Wehr, obwohl sie sonst dem Menschen durch Flucht oder Verstecken ausweichen. Dabei kann man auch von diesen zehn bis zwanzig Zentimeter großen Kraken (*Octopus*, *Ozaena*) gebissen werden. Die von den Kiefern verursachten kleinen Wunden entsprechen allerdings nur Ameisenbissen oder Mückenstichen mit beschränkter Anschwellung der Haut.

Im Verhalten unterscheiden sich die verschiedenen Krakenarten wenig. So ist zum Beispiel auch bei den Moschuskraken die Auswertung der Sinneseindrücke sehr hoch entwickelt. Auch in der Art der Eiablage sind alle Kraken ähnlich: Der Laich wird wie bei den Sepien an feste Gegenstände angeheftet. Moschus- und Zirrenkraken betreiben allerdings keine Brutpflege.

Wie der im Nordatlantik verbreitete WARZENKRAKE (*Graneledone verru-*

cosa] besitzt auch der ARKTISCHE TIEFENKRAKE (*Bathypolypus arcticus*, GL selten über 25 cm) keinen Tintenbeutel mehr. Dieses Merkmal steht in deutlichem Zusammenhang mit dem Vorkommen in der Tiefsee, die beide Arten bewohnen. Der kleinere Tiefenkrake besitzt einen höchst auffälligen Begattungsarm: Der dritte rechte Fangarm besteht aus einem am Ende verbreitert-löffelartigen Gebilde, das an der Innenseite neun bis siebzehn, meist aber elf Querrippen zeigt. Von Saugnäpfen oder ähnlichen Bildungen ist nichts mehr zu sehen. Im Gegensatz zu den übrigen Kraken stellt der »Tiefenpolyp« auch in der Bewegungsweise eine Ausnahme dar: Er kriecht selten und schwimmt durch ruckweises Ausstoßen von Wasser, unterstützt vom Schließen und Ausbreiten der mit Schirm versehenen Arme. Durch Abbiegen des Trichters nach hinten bewegt er sich (wie die Zehnmarmigen Tintenschnecken) mit dem Kopf voran, vor allem zum Ergreifen der Beute.

Papierbootartige Kraken

Den Höhepunkt in der Entwicklung des Geschlechtsarmes (Hektokotylus) bieten die PAPIERBOOTARTIGEN KRAKEN (Überfamilie Argonautoidea). Bei verschiedenen Arten dieser Gruppe finden sich im Mantelraum der Weibchen ein oder mehrere lange, mit Saugnäpfen versehene Gebilde, die schon von Aristoteles entdeckt, dann aber bis ins vorige Jahrhundert für schmarotzende Würmer gehalten und als »Becher-Haarwurm« (*Trichocephalus acetabularis*) und »Hundertsaugnapf« (*Hectocotylus octopodis*) beschrieben wurden. Erst 1852 konnte Heinrich Müller den wahren Sachverhalt klären. Bei diesen »Würmern« handelt es sich um Begattungsarme von Tintenschnecken. Der Name Hektokotylus ist allerdings geblieben. Auf besonders eigenartige Weise lösen sich diese Arme vor oder während der Begattung vom Männchen ab und dringen durch Eigenbewegung in die weibliche Mantelhöhle ein, wo sie durch Übertragung der Samenpakete die Befruchtung ermöglichen. Schon die Anlage des Begattungsarmes ist merkwürdig: Die Männchen aller Papierbootartigen Kraken sind mehr oder minder klein (sogenannte Zwergmännchen). Sie legen in einer besonderen, mundständigen Blase den Begattungsarm als Knäuel an. Ist das Wachstum vollendet, so platzt der Behälter auf, und der stark verlängerte, mit peitschenförmigem Ende (Flagellum) versehene Begattungsarm wird frei.

Zu diesen seltsamen Vertretern der Tintenschnecken zählt auch der nordatlantische WEICHKRAKE (*Alloposus mollis*, GL etwa 10 cm). Er besitzt eine breite, kräftige Schirmhaut zwischen den ziemlich kurzen Armen; sein Körper ist überaus weich. Die Sonderentwicklung der Papierbootartigen ist bei ihm noch weniger ausgeprägt: Diese Weichkraken lösen den Begattungsarm noch nicht ab, obwohl er denen der übrigen Formen gleicht.

Beim schwarmbildenden LÖCHERKRAKEN (*Tremoctopus violaceus*) schnürt nicht nur das Männchen den Geschlechtsarm ab, auch die Weibchen (GL etwa 15 cm) stoßen die beiden bis sechzig Zentimeter langen und durch eine quergemusterte schleierartige Haut stark verbreiterten oberen Arme zur Brutzeit stückweise ab (segmentale Autotomie). An den Stümpfen wird dann der Laich befestigt, diese Art treibt also eine äußere Brutpflege. Die braunen bis violetten Tiere sind im Mittelmeer und bei Japan heimisch. Neben der durch Bruchlinien angezeigten »Selbstverstümmelung« der Arme weisen sie eine weitere Besonderheit auf, der sie ihren Namen verdanken: An der Ober-



Zwergmännchen vom
Papierboot (s. S. 222) mit
freiem Begattungsarm.

seite ist der Mantel mit dem Kopf durch eine Haut verbunden, die aber nicht einheitlich ist, sondern große Öffnungen besitzt. Sie führen in das darunterliegende Gewebe, in dem sich Sinnesorgane für die Wahrnehmung von Wasserströmungen befinden (vgl. die Seitenlinien der Knochenfische, Band IV, S. 52 und 61).

Wieder anders verläuft die Fortpflanzung beim SCHMAROTZERKRaken (*Ocythoe tuberculata*): Das ohne Arme drei bis vier Zentimeter große Zwergmännchen der im Mittelmeer, Atlantik und Stillen Ozean verbreiteten Art löst ebenfalls den Begattungsarm ab, das Männchen selbst treibt in einem leergegessenen Salpengehäuse (s. S. 445), sozusagen in einer »fremden Wohnung«, umher. Das Weibchen des Schmarotzerkraken betreibt keine äußere, sondern eine »innere« Brutpflege: Die ohne Arme 25 bis 30 Zentimeter großen Tiere brüten die Eier in der Mantelhöhle aus und »gebären« so gewissermaßen lebendige Junge. In Wirklichkeit hat diese Art der Brutpflege mit echtem Lebendgebären nichts zu tun, der Mantelraum der Weichtiere ist ja nicht wie die Gebärmutter der Säugetiere oder anderer Lebendgebärer ein Teil des Körperinneren, sondern ein vom Körper umgebenes Stück Außenwelt – ähnlich dem Beutel der Beuteltiere oder der Schnabeligel (s. Band X).

Die bekannteste Art der Überfamilie und einer der bemerkenswertesten Kopffüßer überhaupt ist das PAPIERBOOT (*Argonauta argo*; Abb. 3, S. 198), das im Mittelmeer und in anderen wärmeren Meeren lebt. Sieht man ein Weibchen in seiner bis zwanzig Zentimeter großen Schale im Wasser treiben, so meint man zunächst, das Tier besitze eine richtige Weichtierschale. Die genauere Untersuchung aber zeigt dann, daß es sich bei diesem »Brutboot« keineswegs um eine Bildung des Mantels handelt. Die kahnförmige Schale dient dem Muttertier, vor allem aber den sehr kleinen Eiern als Schutz. Während seiner Jugendentwicklung bildet das Weibchen an jedem der beiden oberen Arme zwischen dessen schlingenförmig eingerolltem Ende eine lappenartige Verbreiterung aus. Diese beiden Armscheiben liegen seitlich dem Körper an und berühren sich an der Unterseite des Tieres. Sie scheiden an ihrer Innenfläche das »zusätzliche« (sekundäre) Gehäuse ab, dessen Hälften am unteren Rand miteinander verwachsen sind (»zusätzlich« oder sekundär deshalb, weil dieses Gehäuse mit der ursprünglichen, wie bei allen Kraken verkümmerten Weichtierschale nichts zu tun hat). Die bootsförmige Schale muß mit den Armscheiben festgehalten werden, da sie ja nicht am Eingeweidesack festgeheftet ist. Die übrigen sechs Arme dienen wie bei den eigentlichen Kraken zur kriechenden Fortbewegung auf dem Boden oder auf festen Gegenständen. Gelegentlich verläßt das Tier sogar sein Boot für kurze Zeit, es kann ohne die Schale aber nicht schwimmen.

Für gewöhnlich schwimmt das Papierbootweibchen so, daß sein Mund schräg aufwärts gerichtet ist und der kräftige Trichter zum Rückstoßschwimmen genau in der Schwimmachse liegt. Die Schalenarme umgreifen dabei die Schale und hüllen sie ein, die sechs gewöhnlichen Arme liegen meist in der Schale geborgen.

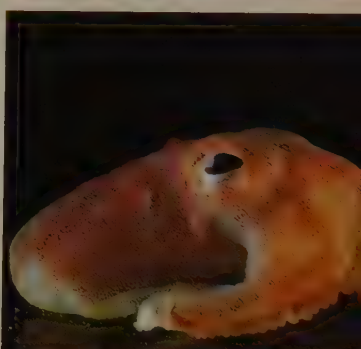
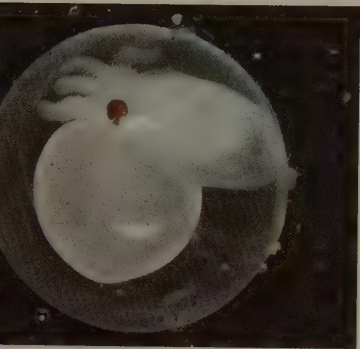
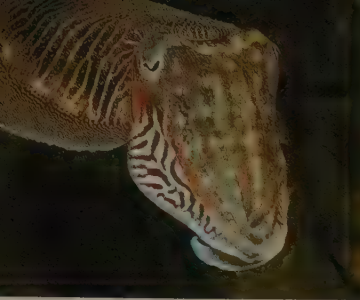
Das Zwergmännchen (KL 1–1,5 cm; Begattungsarm 2–3 cm; s. Abb. S. 221) besitzt weder lappenförmige Schalenarme noch eine Schale. Sein eigentlicher »Daseinszweck« ist die Begattung, bei der sich der große Geschlechtsarm ab-

Das Papierboot

Oben: Ein dahinschießender Kalmar (*Loligo*, vgl. S. 206)

Unten: Der Gemeine Krake (*Octopus vulgaris*, s. S. 217, vgl. Abb. 4, 5, S. 198)





Oben:

Der Gemeine Tintenfisch
(*Sepia officinalis*, s. S. 203
u. Abb. 5, S. 187) nimmt
verschiedene Färbungen
an.

Von links nach rechts:
Bei Balz, Tarnung und
Erschrecken.

Mitte:

Erste und zweite Abb. von
links:
Embryonalentwicklung bei
der Großen Rossie (*Rossia
macrosoma*)

Dritte Abb. von links:
Rossia caroli (vgl. S. 206,
Abb. 4, S. 187)

Unten:

Eitrauben des Gemeinen
Kraken (*Octopus vulgaris*,
s. S. 217, Abb. 223 u.
Abb. 5, S. 198)

löst. Der Sonderweg in der Entwicklung des Papierbootes und seiner Verwandten (vgl. S. 221) ist somit offensichtlich in erster Linie durch Besonderheiten ihrer Fortpflanzung bedingt.

Mit den außerordentlich hoch entwickelten sowie in ihren Umweltbeziehungen und ihrer Fortpflanzungsweise einseitig angepaßten Kraken verlassen wir die Kopffüßer und beschließen damit auch unseren Streifzug durch die Welt der Weichtiere allgemein. Wir lernten in ihnen einen Tierstamm kennen, dessen Grundbauplan in den verschiedensten Richtungen abgewandelt wurde und sich — stets fußend auf dem stammesgeschichtlich einmal Erreichten — je nach den Umweltanforderungen immer erneut angepaßt und weiterentwickelt hat. Dieser Überblick läßt weit mehr erkennen als die bloße Mannigfaltigkeit der Natur; in ihm zeigt sich in voller Größe das Wunder des durch die Jahrtausende fortschreitenden Lebens.

Achstes Kapitel

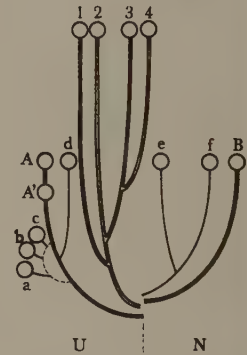
Kranzfühler: Hufeisenwürmer, Moostierchen und Armfüßer

Den letzten Stamm der Urmünder bilden die KRANZFÜHLER oder FÜHLER-KRANZTIERE (Tentaculata). Ihnen sind die kranzförmig um den Mund herum angeordneten Tentakel gemeinsam – Anhänge, die entgegen der deutschen Bezeichnung dieses Stammes keineswegs nur Fühler sind. Sie sind mit Bändern von Wimperzellen überzogen, die den ausschließlich wasserlebenden Tieren Nahrung zustrudeln. Ähnliche Bildungen treten uns auch bei den Kelchwürmern (s. Band I) entgegen; sie sind als Anpassungen an eine bestimmte Ernährungsweise durchaus nicht der Ausdruck näherer Verwandtschaft. Doch die Angehörigen dieses Stammes, die Hufeisenwürmer, die Moostierchen und die Armfüßer, verbindet manches andere miteinander: die Gliederung des Körpers in ursprünglich drei Abschnitte, die Neigung zur Bildung eines Innenskelettes und die bei Hufeisenwürmern und Moostierchen ähnliche Larvenform, die Actinotrocha (s. S. 232). Mit den beiden ersten Merkmalen deutet sich aber auch eine verwandtschaftliche Beziehung zu den Neumündern an; die Armfüßer bilden sogar ihre Leibeshöhle in derselben Weise wie sie.

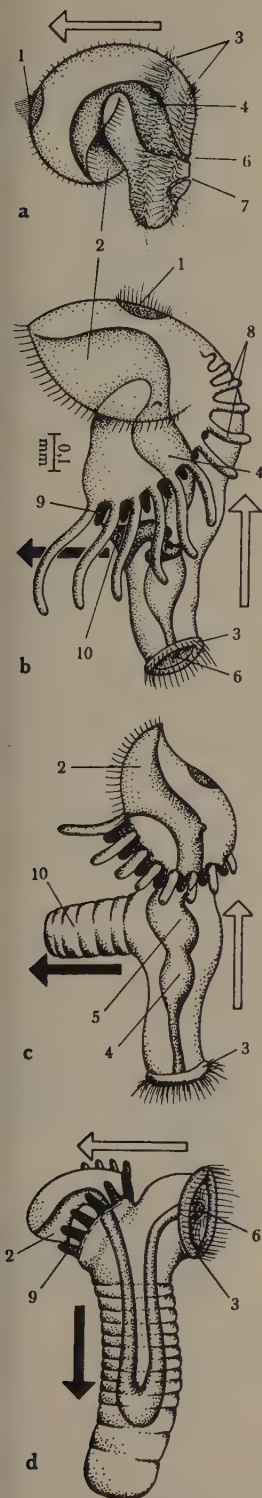
Mit anderen Urmünderstämmen haben die Kranzfühler wenig gemein. Man nimmt daher an, daß sie in der Stammesgeschichte von ihnen nahe der gemeinsamen Wurzel der Ur- und der Neumünder abzweigten. Der russische Forscher W. N. Beklemischew kommt aufgrund eingehender Vergleiche sogar zu dem Schluß, daß sich aus den Urhohltieren zwar die Neumünder gemeinsam, die Urmünder aber in mehreren selbständigen Zweigen entwickelten. Nach ihm führte einer von ihnen zu den Hufeisenwürmern und den Moostierchen und ein anderer zu den Armfüßern. Folglich teilt er die Kranzfühler in zwei Stämme: die nach ihrer gleichnamigen Larve benannten Actinotrocha-tiere (Actinotrochozoa) und die Armfüßer.

Sehr verschiedenartig aussehende und eigentlich recht unscheinbar wirkende Lebewesen sind in diesem Tierstamm vereinigt. So erinnern die Hufeisenwürmer an Röhrenwürmer (s. Band I), die Moostierchen an koloniebildende Hohltiere (s. Band I) und die mit einem zweiklappigen Gehäuse versehenen Armfüßer an Weichtiere und besonders an Muscheln (s. S. 143); diese Ähnlichkeit der Armfüßer mit Muscheln führte dazu, daß man den ganzen Stamm früher als Muschellinge (Molluscoidea) bezeichnete. Ein Merkmal aber ist allen Kranzfühlern eigen: Um den Mundbereich besitzen sie einen Bogen oder Ring bewimperter Fühler (Tentakel), die aus einem skelettversteiften Armgerüst (Lophophor) entspringen; deshalb werden die Fühlerkranztier von manchen

Stamm Kranzfühler
von E. Popp



Die Hauptstämme der Leibeshöhler. Doppel-
linien = Kranzfühlertiere:
1 Armfüßer, 2 Hufeisenwür-
mer, 3 Süßwasser-Moostier-
chen, 4 Meeres-Moostier-
chen. Dicke Linien = Ur-
(U) und Neumünder (N):
A Gliederfüßer, A' Ringel-
würmer, B Wirbeltiere.
Dünne Linien = Neben-
stämme: a Plattwürmer, b
Rundwürmer, c Schnur-
würmer, d Weichtiere, e
Eichelwürmer, f Stachel-
häuter.



(Text s. nächste Seite)

Zoologen auch Lophophorata genannt. Mit den Fühlern strudeln sie Planktonnahrung und sauerstoffreiches Wasser heran; die Tentakel dienen also auch als »Kopfkien«. Bis auf die Moostierchen des Süßwassers leben die Kranzföhler in allen Tiefen und Zonen des Meeres, wo sie ständig oder zeitweilig festsitzen. Allen gemeinsam ist die Neigung, Platz- und Eßgemeinschaften zu bilden, die besonders bei Moostierchen sogar Kolonien hervorbringen.

Die Kranzföhler sind mit wenigen Ausnahmen winzige Tiere von Millimeter- bis Zentimeterlänge; lediglich die Armfüßer haben die Größe kleinerer Muscheln. Die Moostierchen zeigen Verzweigungserscheinungen. Körper gewöhnlich dreigeteilt. Föhler bilden die vordere Körperspitze, entspringen aber aus dem mittleren Körperabschnitt; Vorderkörper deshalb bis auf Reste zurückgebildet. Hinterleib bruchsackartig nach unten hängend, umgeben von einer aus Chitin aufgebauten, meist mit Kalk versteiften Wohnröhre oder — bei den Armfüßern — von einem Paar muschelähnlicher Schalenklappen. After mündet wegen des ständigen Aufenthaltes in einseitig geschlossenen Röhren nahe, zweckmäßigerweise außerhalb der Föhlerkrone. Darm hängt in U-förmiger Schleife in der Leibeshöhle, wird von ständig kreisender Leibeshöhlenflüssigkeit umspült, die in ihren Aufgaben des Stofftransportes von einem mehr oder weniger geschlossenen Blutkanalsystem unterstützt wird (Ausnahme Moostierchen). Geschlechtszellen reifen an Orten günstiger Nährstoffversorgung heran, gelangen durch Nierenkanäle ins Wasser. Aus dem befruchteten Ei entwickelt sich eine frei schwimmende Larve mit Wimperringen (Actinotrocha). Bei vielen Arten Brutpflege. Am Hinterleib aller Kranzföhler ein Stiel ausgebildet, mit dem sie sich festsetzen können. Föhlerkrone kann mittels des Hautmuskelschlauchs in die schützende Wohnröhre zurückgezogen und durch Erhöhung des Leibeshöhledrucks ausgefahren werden. Drei Klassen: 1. Hufeisenwürmer (s. unten), 2. Moostierchen (s. S. 238), 3. Armfüßer (s. S. 258). Insgesamt etwa fünftausend Arten.

Für den Paläontologen verkörpern die Kranzföhler und besonders die Armfüßer die wichtigsten Leitfossilien des frühen Erdaltertums. Sie treten seit dem Präkambrium (vor etwa 700 Millionen Jahren) in großer Artenfülle auf und beweisen mit den schloßlosen Formen eine beispiellose Beharrlichkeit, ihre ursprüngliche Gestalt und Lebensweise bis auf unsere Tage nahezu unverändert beizubehalten.

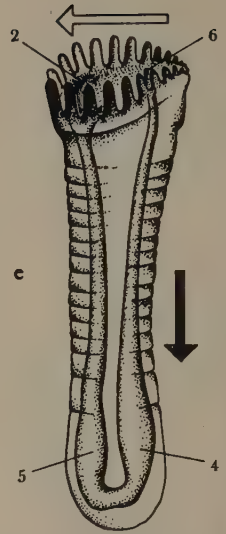
Die HUFESSENWÜRMER (Klasse Phoronidea) sehen auf den ersten Blick wie Röhrenwürmer aus; daß sie zu den Kranzföhler gehören, läßt sich erst in der Entwicklungsgeschichte ihrer Larven erkennen. Nach einem Planktonleben von etwa drei Wochen sinkt die einer Wurmlarve (Trochophora; s. Band I) ähnliche sogenannte Actinotrochalarve auf den Meeresgrund; in wenigen Minuten preßt sie am Hinterleib in Mundrichtung einen langen Schlauch wie aus einem aufgeplatzten Reifen aus. Der mit der Körperwandung durch Aufhängebänder verwachsene Darm wird dabei zu einer haarnadel-förmigen Schleife in diesen Bruchsack ausgezogen. Da man bei allen zweiseitig-symmetrischen Tieren die Verbindungslinie zwischen Mund und After als Körperlängsachse, die mit der Mundöffnung versehene Körperseite als Bauch und die mit dem After als Rücken zu bezeichnen pflegt, ist bei den

Hufeisenwürmern der gesamte Hinterleibsschlauch als bauchseitiger Eingeweidesack und die kürzeste Verbindungslinie zum Mund und After an den Schenkellenden des U-Darms als Körperlängsachse anzusehen. Auf der Oberseite dieser Längsachse, also auf dem Rücken der Tiere, stehen die Fühler (Tentakel). Mit diesem T-Symbol vor Augen, dessen linker Arm wie bei unserer Schrift vorn und dessen rechter Arm hinten bedeuten, haben wir keine Mühe, den Bauplan der Hufeisenwürmer und überhaupt des gesamten Stammes der Kranzfühler zu verstehen.

Von den drei für Kranzfühler kennzeichnenden Körperabschnitten ist bei den Hufeisenwürmern der Vorderkörper als Oberlippe (Epistom) über der halbmondförmigen Mundbucht zurück- und umgebildet. Mittlerer Körperabschnitt (Mesosoma) durch eine halbumgreifende Furche vom hinteren Körperabschnitt (Metasoma) abgesetzt, aus der Fühlerkrone bestehend und über die Wohnröhre herausragend, in welcher der Hinterleib mit seinem ampullenförmig aufgetriebenen Endabschnitt wie ein Spreizdübel steckt. Äußere Haut (Epidermis) im langen, meist nur einen Millimeter dünnen Hinterleibsschlauch in Ringfalten gelegt, die im Zusammenwirken mit einem darunterliegenden kräftigen Längsmuskelrohr ein starkes Dehnen und Zusammenziehen des Körpers innerhalb der Wohnröhre ermöglichen. Ampulle des Bauchschauchs dünnwandig, muskelarm, dient als Druckausgleichsbehälter für die Teleskopbewegungen des Tieres. Oberhaut der Ampulle mit zahllosen Drüsenzellen durchsetzt, deren klebrige Absonderung im Wasser erhärtet. Aus dieser Drüsenabsonderung entsteht ein glashelles, zartes und trotzdem reißfestes Rohr aus Chitin, das sich fortgesetzt nach unten verlängert und an seiner Außenseite mit Sandkörnern, Zerreibseln von Muschelschalen und ähnlichem wie mit einem Mosaik bedeckt ist.

Bringt man Hufeisenwürmer in ein Aquarium mit Sandboden, so verlassen sie ihr Gehäuse, graben sich mit dem Bauchschauch ein und bilden neue Röhren, die allerdings erst nach zwei bis drei Wochen die gleiche Festigkeit und den ursprünglichen Umfang wie die verlassenen Wohnröhren erlangen. Man ersieht daraus, daß die Leibeswand an keiner Stelle mit der Wohnröhre verwachsen ist. Bei Hufeisenwürmern, die Schlammgrund bewohnen, gehen die Röhren, die für gewöhnlich ein gutes Stück länger als die Tiere selbst sind, senkrecht nach unten; im Muschelsandgrund (Schill) aber liegen die Röhren je nach der Körnung des Schills flach waagrecht. Auf felsiger Unterlage verflechten sich die Einzeltiere bei manchen Arten zu nesterähnlichen Kolonien. Offenbar sind dort ganze »Schulen« meist gleichaltriger, verwandlungsbereiter Larven wie ein Regen in die Spalten des Kliffes gefallen. Viele Hufeisenwürmer bringen es — wohl mit Hilfe bestimmter von Drüsen erzeugter Säuren — fertig, in die Schalen von Austern und Kammuscheln, in Kalkfelsen, ja sogar in den Beton der Hafenbauten Gänge zu bohren, die gleichmäßig geweitet und ganz glatt sind. Zerbricht man eine solche Schale, so findet man den Bohrgang mit einer aus Drüsenabsonderungen bestehenden Hülse ausgekleidet (Abb. S. 229).

Ein Blick von oben auf die Rückenfläche eines Hufeisenwurmes, der seine Fühler ausgefahren hat, zeigt uns eine nach hinten offene Doppelspirale von Fühlerreihen. Man wird dabei an ein Hufeisen erinnert (davon der deutsche



Umwandlung der Hufeisenwurmlarve zum festsitzenden Tier: a Primärlarve. 1 Scheitelsinnesorgan, 2 Mundvorhof mit Strudelwimpern, 3 Wimperkränze, 4 Darm, 5 Magen, 6 After, 7 Vorniere; b Actinotrocha. 8 Larvenfühler, 9 sprossende Fühler des erwachsenen Tieres, 10 eingestülpter Bauchschauch; c späteres Stadium der Actinotrocha. Bauchschauch stülpt sich aus (schwarzer Pfeil); d Darm wird in den Bauchschauch nachgezogen, Larvenfühler wurden abgeworfen; e junger Hufeisenwurm. (Weiße Pfeile geben Körperlängsachse und Schwimmrichtung an.)



Eine Unterart von *Phoronis hippocrepiæ* ätzt sich, hier in einer *Pecten*-Schale, Röhrengänge frei, die zusätzlich mit einer Wohnröhre aus Sekret ausgekleidet werden. Soweit die Wohnröhre über die Schale ragt, ist sie mit Sandkörnern versteift. Eigelege (schwarz) in der Fühlerkrone, zwei Röhrengänge (angeschnitten). Zweifache Vergrößerung (s. S. 228).



Phoronis hippocrepiæ bildet nesterförmig verflochtene, durch Querteilung aufgebaute Kolonien. Die Wohnröhren sind mit kaffeebraunem, mulmigem Delag überdeckt (natürliche Größe).

Name), auch an ein Widdergehorn oder an einen gezwirbelten Schnurrbart, deshalb wurden die Tiere auch als Buschwürmer (*Mystacina*) bezeichnet. Die Fühler entspringen auf einem Hautwall (*Lophophor*; s. S. 226) als schlauchförmige Ausstülpungen der Leibeswand vor dem Mundrand. Der anfangs einreihige äußere Fühlerkranz wird im weiteren Verlauf des Körperwachstums – von den Schenkellenden des Hufeisenbogens ausgehend – durch einen inneren, gleichlaufenden Fühlerkranz verdoppelt, der hinter Mundrand und Oberlippe (*Epistom*) von beiden Seiten her aufeinandertrifft. An dieser einzigen Unterbrechungsstelle der Doppelspirale liegt das Zuwachsgebiet für neue, anfangs recht kleine Fühler. An der Innenseite der bewimperten Oberhautzellen des Fühlers sondert sich eine knorpelige Stützmasse ab; sie entspricht einem Innenskelett, gewährleistet auch als Gegenspieler zu den sich mundwärts krümmenden Fühlermuskeln eine gewisse Versteifung und führt – wie die Stäbchen eines aufgespannten Regenschirms – beim Ausfahren aus der Wohnröhre die gewöhnliche Spreizstellung herbei. Die im gleichen Takt schlagenden Fühlerwimpern saugen von oben einen Wasserstrom zwischen die beiden Fühlerreihen in Richtung Mundbucht ein. Wenn man Kohlepulver im Wasser aufschwemmt, kann man den kegelförmigen Einzugsbereich dieses Wasserstroms gut erkennen (Abb. S. 230).

Die Nahrungsteilchen (organisches Zerreibsel, Einzeller, auch hartschalige Kieselalgen) werden am Grund der Fühler vom entweichenden Wasserstrom wie von einer Reuse abgefiltert, eingeschleimt und zum Mundschlitz geflimmert. Von dort schluckt sie der Magen in kleinen Teilchen. Ungenießbares verweigern die Hufeisenwürmer: Sie klappen die Oberlippe über den Mundeingang und spreizen die am Mund befindlichen Fühler weit auseinander; dadurch wird der mundwärts gerichtete Flimmerstrom unwirksam. Fühler und Oberlippe arbeiten also zusammen, um eingestrudelte Nahrung zu prüfen und gegebenenfalls zurückzuweisen. Die Anzahl und Länge der Fühler nimmt mit der Körpergröße der Hufeisenwürmer zu; entsprechend vermehren sich auch die Umgänge der beiden Doppelspiralen (Abb. S. 231).

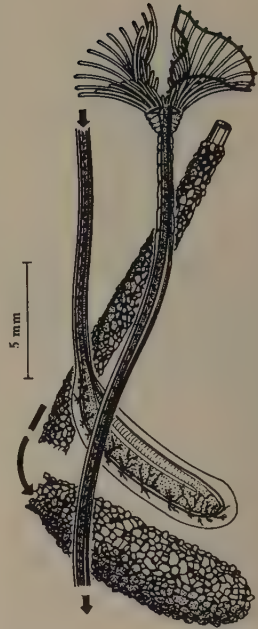
Der Verdauungskanal besteht aus einer kurzen Speiseröhre, einem anscheinlich erweiterten Magen und einem Dünndarmschlauch, der mit einem Afternippel endet; er ist durch Ringmuskeln zur wellenförmig fortlaufenden Zusammenziehung befähigt. Verdauungszellen bauen die aufgenommenen Nahrungsteilchen ausschließlich innerhalb besonderer Zellstreifen als Ganzes ab. Vom unteren Ende der Darmschleife ab halten kräftige Wimpern einen Schleimstrang, an dem Kotreste kleben, in Drehbewegung und schieben ihn langsam zum After hin, wo Ringmuskeln einzelne Ballen davon abknäulen. Die Gehäuse verdauter Kieselalgen verbleiben in den Darmzellen; sie finden sich in leeren Wohnröhren der Hufeisenwürmer gestapelt.

Die Ableitung der gewonnenen Nährstoffe besorgt ein recht einfaches geschlossenes Blutgefäßsystem, dessen absteigende Ader (Arterie) den Magen mit einem Haargefäßnetz und flächig aufliegenden Aussackungen umspinnt. Die Gesamtheit dieser Blutlakunen sammelt sich in einer hinter dem Magensack aufsteigenden Vene. Arterie und Vene durchstoßen die Querscheidewand zwischen Hinter- und Mittelkörper und vereinigen sich dann zu einem den Schlund umgebenden Ring, der jeweils eine blind endende Blut-

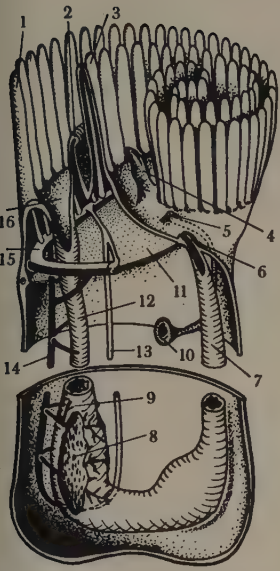
ader in die beiden Trägerarme der Fühlerspiralen ausschickt. Man kann diesen Innenraum der Armgerüstader mit einer offenen Kammerscheidewand vergleichen, wie sie beim Froschherzen vorliegt; er ist durch seitlich vorspringende Falten in zwei Stockwerke abgeteilt, von denen jedes über einen Dreiwege-Anschluß mit dem ebenfalls blind endenden Blutgefäß jedes einzelnen Fühlers verbunden ist. Wechselt die Fließrichtung des Blutstroms periodisch, wie es bei der aufsteigenden Bauchvene in halbstündigen Zeitspannen tatsächlich beobachtet wurde, so erscheint das zweistöckige Lophophorgefäß als zweckvolles Organ; es empfängt für einen bestimmten Zeitraum in seinem oberen Abschnitt das venöse Blut aus dem Körper und schickt es zur Anreicherung mit Sauerstoff in die Fühlergefäße weiter. Ändert die Kontraktionswelle der Ringmuskeln in der Aderwandung ihre Arbeitsrichtung, so strömt das mit Sauerstoff angereicherte (arteriell gewordene) Blut — wohl durch Klappen der Y-Abzweigung geleitet — in den unteren Abschnitt des Lophophorgefäßes und von da weiter in die Baucharterie, die vor dem Magen körperabwärts führt.

Zahlreiche blind endende Gefäßzotten umspinnen ein besonderes Fettgewebe und versorgen darüber hinaus die aus der äußeren Wandung der Blutadern entstehenden Geschlechtsdrüsen. Schließlich gibt es in der Ampulle des Bauchsacks ein System von Blindschläuchen, die wurmartig schlängelnde Bewegungen ausführen; sie gewährleisten einen Ausgleich in der Blutversorgung gegenüber den zwangsläufig starken Schwankungen in der Körperfülle des Tieres. Im farblosen Blutplasma schwimmen scheibchenförmige, kernhaltige rote Blutkörperchen mit einem Durchmesser von fünf bis zwanzig Mikrometer (ein Mikrometer = ein millionstel Meter). In ihnen dient ein hämoglobinartiger Farbstoff — wie üblich — dem Sauerstofftransport.

In der ursprünglichen Leibeshöhle weniger Stunden alter Larven schwimmen freie, zusammenhanglose Zellen des mittleren Keimblatts (Mesenchymzellen), die vom Urdarm des Keimlings stammen. Solche Zellen schließen sich im Gebiet des Dünndarms beiderseits zu einem Säckchen zusammen, das alle inneren Organoberflächen überdeckt: Damit ist eine paarig angelegte (sekundäre) Leibeshöhle, das Coelom, entstanden. Mit der Vervollkommenheit der Fühleranlage bilden sich auf die gleiche Art auch im übrigen Bereich des Larvenkörpers paarige Coelomhohlräume; an ihren gegenseitigen Berührungsflächen erzeugen sie Scheidewände in Richtung der Symmetrie- und Körperlängsachse, aber auch eine Querwand, welche die Unterteilung des Körpers in zwei Abschnitte (Metasoma und Mesosoma) erlaubt. Der Körperabschnitt vor dem Mesosomacoelom bleibt zeitlebens ohne sekundäre Leibeshöhle. Eine farblose, eiweißhaltige Flüssigkeit füllt die Leibeshöhle; während der Fortpflanzungszeit finden sich in ihr Samenzellen oder Eier aufgeschwemmt und reifen dort aus. Die Flüssigkeit befindet sich im ständigen Kreislauf und versorgt alle vom Blutgefäßsystem vernachlässigten Organe, insbesondere den hinteren Darmabschnitt und den Hautmuskelschlauch, mit Nährstoffen und Sauerstoff. Als Gegenspieler des zusammenziehbaren Hautmuskelschlauchs dient sie der Formerhaltung des Wurmkörpers und der hydrostatischen Druckfortpflanzung, besonders dann, wenn die Fühlerkrone ausgefahren werden soll.



Ein aus seiner Wohnröhre entnommener Hufeisenwurm. Verlauf der Fühlerkrone durch eine die Fühlerspitzen verbindende schwarze Linie dargestellt. Durchscheinender Körper läßt seitlich des Darmkanals (punktiert und gestrichelt) beide Blutgefäße (schwarz) erkennen (s. S. 229).



Bauplan eines Hufeisenwurmes (Vorder- und Hinterende; einförmiges, langes Mittelstück herausgeschnitten): 1 äußere, 3 innere Fühlerreihe; vorderster Fühler (angeschnitten) zeigt den Verlauf des Blutgefäßes, 2 Oberlippe (Epistom) als »Überbleibsel« des vorderen Körperabschnitts (Prosoma), 4 Lophophororgan zur Befestigung des Eigeleges, 15 doppelkammrige Blutgefäßspange mit Flankenarterie [14, körperabwärts] und Mittelvene [13, Richtung Fühlerkrone]; beide Blutkanäle über ein dem Magen aufliegendes Aderngeflecht verbunden (9), das auch Hoden und Eierstöcke (8) versorgt, 16 Mundbucht, die als die Scheidewand [11] zwischen Mittel- und Hinterkörper (Meso- und Metasoma) durchstoßende Speiseröhre (12) zum Magen führt, 7 Enddarm, 6 Afterpapille, 10 Nierentrichter, 5 Nierenöffnung (s. S. 229).

Die Ausscheidung von Stoffwechselabfällen, die außerhalb des Verdauungskanals entstanden sind, übernimmt ein Paar schlauchförmiger Nierenorgane rechts und links des Enddarms. Sie sammeln über einen Wimpertrichter Ausscheidungen aus der Leibeshöhlenflüssigkeit des hinteren Körperabschnitts; unter ihnen fallen die »spindelförmigen Körperchen« als Ausscheidungserzeugnisse des Fettkörpers besonders auf. Der Wimpertrichter setzt sich in einem Kanälchen zwischen Körperhaut und Leibeshöhlenwandung fort, das wie der Darm U-förmig geknickt ist; er mündet seitlich vor dem After auf einer gemeinsamen Papille nach außen. Durch die Nieren der Hufeisenwürmer werden zugleich auch die Eier und die Samenzellen nach außen entlassen.

Berührt man die Fühlerspitzen eines ausgestreckten Hufeisenwurms, so zieht er sich blitzschnell in seine Wohnröhre zurück. Daraus kann man schließen, daß er in der Lage ist, Tastreize wahrzunehmen und darauf durch Muskelzusammenziehung zu antworten — und das, obwohl Sinnesorgane bei ihm nicht nachgewiesen sind. Ein System aus marklosen Nervenfasern hat seine Zentrale in einer Hirnmasse, die in der Leibeshöhlenwandung der Körperrückenseite unmittelbar vor der Afterpapille als nach innen gekrümmte Spange eingelagert ist. Von ihr ziehen nach jeder Seite Lophophornerven in die inneren und äußeren Fühlerarme; ferner führt eine Reizleitungsbahn, ein Riesennerv, auf der linken Körperseite bauchwärts, der die Rückzugsmuskeln befehligt. Zwischen den Hautzellen — gehäuft auf den Fühlern — steigen schlanke Sinneszellen bis zur äußeren Oberfläche des Tieres. Dieses Nervenetz umspinnt den ganzen Körper. Mechanische Reize leitet es mit deutlichem Erregungsabfall an die nächstbenachbarten Muskelfasern. Die Reizempfindlichkeit kann man durch behutsame Nadelstiche prüfen. Oberhalb eines gewissen Schwellenwerts, der auf den Anstoßreiz planktonischer Nahrung eingestellt ist, zieht sich der Hufeisenwurm mit seiner Fühlerkrone schuttsuchend in die Wohnröhre zurück.

An den zahlreichen blind endenden Seitenästen der Baucharterie entwickeln sich bei geschlechtsreifen Hufeisenwürmern die Hoden und — da alle bisher untersuchten Arten mit einer Ausnahme (*Phoronopsis viridis*) Zwitter sind — auch die Eierstöcke. Die in der Leibeshöhlenflüssigkeit ausgereiften, offenbar aber niemals darin zur Befruchtung gelangenden Eier und Samenzellen werden über die Nierenkanäle abgelaicht. Wie andere Meerestiere, vor allem festsitzende Formen, stoßen wohl auch die Hufeisenwürmer ihre Samenzellen schubweise und gleichzeitig aus. Die Samenfäden geraten dabei in den Sog der Fühlerkronen benachbarter Tiere und werden wahrscheinlich in der Flimmergrube eines zapfenförmigen Gebildes (des Lophophororgans) am Grunde vor jeder Fühlerspirale gesammelt und gespeichert. Einige Arten erzeugen dotterreiche, große Eier mit einem Durchmesser von einem zehntel Millimeter und betreiben Brutpflege. Dabei gelangen die in geringer Zahl — meist paarweise — abgelegten Eier mit einer Schleimumhüllung in die Lophophorbucht zwischen dem After und der Nachwuchszone der Fühler, wo sie befruchtet werden. Wie man bei der gut untersuchten Art *Phoronis hippocrepia* festgestellt hat, ernähren sich die Larven etwa fünf Tage im Schutz und sauerstoffreichen Atemwasserstrom des mütterlichen

Fühlerkranz von ihrem mitgebrachten Dotter, bis ihnen selbst zwei Fühlerpaare gewachsen sind. Die Brutpflege hat sich vor allem bei solchen Arten von Hufeisenwürmern, die im bewegteren Wasser der Küstengebiete leben, als nützlich erwiesen (Abb. S. 236).

Bei der kleinsten Art, der nur sechs Millimeter langen *Phoronis ovalis*, sind die Eier mit ihrem Durchmesser von hundertzwanzig Mikrometer zu groß, um noch durch die engen Nierenkanäle schlüpfen zu können. Deshalb muß die Mutter vor der Eiablage ihren Fühlerkranz abwerfen, um eine ausreichend große »Geburtsöffnung« zu schaffen. Während sie sich langsam tiefer in ihre Wohnröhre zurückzieht, legt sie in den beiden vorderen Dritteln der Röhre hintereinander mehrere Eier ab, die den Innenraum völlig ausfüllen. Nach knapp einer Woche verlassen die Junglarven, reich mit Dotter versorgt, die mütterliche Wohnröhre. Nun kann die Mutter sich wieder ausstrecken und eine neue Fühlerkrone bilden.

Es ist leicht einzusehen, wie vorteilhaft sich der Dottervorrat für die Larven dieser Hufeisenwürmer auswirkt. Er verkürzt die gefahrvolle Zeit des Planktonlebens, weil er die Larven weitgehend von herbeizustrudelnder Nahrung unabhängig macht. Solche Larven werden lecithotrophe genannt. Sie schwimmen etwa vier Tage lang frei im Meer. Ihre ganze Körperoberfläche ist mit kurzen Wimpern besetzt, wodurch sie eine gewisse Bewegungsfähigkeit erreichen. Dann sinken sie zu Boden und kriechen wie ein Strudelwurm auf der schleimabsondernden Bauchseite des Körpers, der sich afterwärts gestreckt hat. Nach weiteren drei Tagen setzt sich die Larve fest und zieht sich zu einer Halbkugel zusammen. Während der ganzen Zeit zehrt sie den Dottervorrat des Darmes auf. Ihr weiterer Werdegang wurde noch nicht erforscht.

Freilich lassen sich große, dotterreiche Eier nicht in gleicher Zahl erzeugen wie kleine, dotterarme. Die letzteren stehen nicht unter der Obhut des Elterntieres, sondern werden bis zu fünfhundert Stück nacheinander durch die Nieren ins freie Wasser abgelegt. Dort trägt sie die Strömung fort; es lauern aber auch unzählige Gefahren auf sie. Diejenigen, die der Vernichtung entgangen sind, entwickeln sich nach wenigen Tagen zur Junglarve. Über den birnenförmigen Körper bildet sie eine Art Oberlippe wie ein Mützenschild aus; sie rudert mit zwei Wimperkränzen durchs Wasser, während ein Wimperbogen rund um den Mund Geschwebenahrung herbeistrudelt. Im Verlauf des Planktonlebens wächst der Larvenkörper in der Längsachse kegelförmig aus; der mundnahe Wimperbogen wandelt sich in fühlerartige Fortsätze um. Die kräftigen Ruderborsten des hinteren Wimperkranzes treiben die jetzt als Actinotrocha bezeichnete Larve mit dem Kopfschild voran schraubenartig durchs Wasser. Nach durchschnittlich drei Wochen sinkt sie zu Boden und macht eine rasche Verwandlung durch. Die bereits als Knospen sichtbaren Fühler strecken sich aus, und die Bauchseite wird schlauchartig aufgetrieben.

Die Actinotrochalarve muß sich von Anfang an ihr Futter selbst beschaffen (sie ist planktotroph). Aus diesem Grunde lebt sie etwa viermal so lange im freien Wasser wie eine mit Dotter versorgte (lecithotrophe) Larve. Die größeren Verluste während des Planktonlebens werden durch höhere Eizahl

Bestandteil der Lebensgemeinschaft auf Korallinenböden (Kalk-Rotalgen) sind die Meeres-Moostierchen *Retepora beaniana* (s. S. 256), eine lachsfarbene Netzkoralle, und die wie ein Elchgeweih verzweigte, orangegelbe *Hippodiplosia foliacea*. Sie zählen zu den Lippenmündern. Die karminrote Hornkoralle *Paramuricea chamaeleon* gehört zu den Blumentieren. Zweifache Vergrößerung.

Actinotrochalarve





Das Gallert-Moostierchen (*Alcyonidium gelatinosum*, s. S. 251) bildet fleischige, stark verzweigte Stöcke. Die Einzeltiere mit zarten Tentakeln stehen dicht nebeneinander, eingebettet in die schwammige Grundmasse der Kolonie. Natürliche Größe.

ausgeglichen. Viele »billige« Eier sichern letztlich den Artbestand ebenso wie wenige »wertvolle«. Das aufwendige Verfahren der Fortpflanzung unter Anwendung der Brutpflege erscheint uns Menschen freilich zweckmäßiger. In der Tat wird es von vielen meeresbewohnenden Tiergruppen betrieben, so von etlichen Krebsen, Schnecken und Borstenwürmern.

In der Zeit von Dezember bis März enthalten die Wohnröhren von *Phoronis hippocrepia* (GL 35 mm) im Hafen von Neapel winzig kleine Tiere oder gar nur einzelne Körperabschnitte von zwei bis drei Millimeter Länge. Sinkt die Wassertemperatur, so schnüren sich manche Hufeisenwürmer durch Verengung ihrer Ringmuskeln unmittelbar unterhalb der Querscheidewand zwischen Mittel- und Hinterkörper durch; dabei werden die Amputationsstümpfe der beiden Stücke, nämlich der Fühlerkrone und des Hinterleibs, zusammengezwickt und restlos geschlossen. Beißt ein Fisch oder eine Krabbe die Fühlerkrone ab, ehe sich der Hufeisenwurm in die schützende Röhre zurückziehen konnte, so wird der zurückbleibende hintere Körperrest auf dieselbe Weise verschlossen. Unmittelbar nach dieser freiwilligen Selbstverstümmelung oder der gewaltsamen Querteilung beginnt die Ergänzung verlorengegangener Körperteile. Die Schenkelenen des nun offenen Blutgefäßsystems beider Teilstücke schließen sich, ebenso die beiden Darmabschnitte der oberen Hälfte des Tieres; am unteren Körperrest werden Schlund und Enddarm durch Einstülpungen der Körperhaut ergänzt und mit neuen Mündungen versehen. Offensichtlich ist dieser Körperabschnitt benachteiligt: Er muß eine neue Fühlerkrone aufbauen. Bereits nach wenigen Stunden bildet sich auf der Teilungsfläche ein Wall, aus dem Fühler nach Art kleiner Warzen sprossen.

Hufeisenwürmer, die dicht gedrängt in Kolonien auftreten — so die mit bis zu hundertfünfzig Einzeltieren je Quadratzentimeter in Austernschalen bohrende *Phoronis ovalis* —, können den günstigen Lebensraum rasch besiedeln, weil sie imstande sind, sich ungeschlechtlich durch Querteilung und Neubildung zu vermehren. Nur die Begründer solcher Kolonien stammen als frei schwärmende Larven aus der geschlechtlichen Fortpflanzung. Zu einer Stockbildung wie bei Moostierchen, wo Einzeltiere miteinander verbunden leben, kommt es bei Hufeisenwürmern freilich nie.

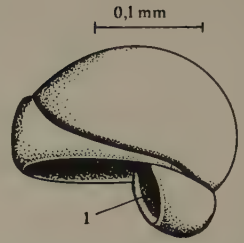
Bisher wurden Hufeisenwürmer verständlicherweise hauptsächlich dort gefunden, wo biologische Meeresstationen liegen. Daraus ergibt sich, daß unsere Kenntnisse über die Verbreitung dieser Tiere noch äußerst lückenhaft sind. Man hat zahlreiche Actinotrochalarven im Plankton angetroffen; sie lassen sich aber weder örtlich noch artlich einordnen. Viele Hufeisenwürmer treten zudem in mehreren Actinotrochaformen auf. Man kennt gegenwärtig eine größere Zahl von »Actinotrocha-Arten« als erwachsene Hufeisenwürmer. Dank ihrer verhältnismäßig langdauernden Larvenzeit, in der sie weit verdriftet werden können, kommen Hufeisenwürmer — wie man annehmen darf — wohl an allen Küsten und Schelfgebieten vor. Die bisher mitgeteilten Fundorte befinden sich von der Gezeitenzone am Niedrigwasserstrand bis zu Tiefen um fünfzig Meter.

Im Herbst 1845 verbrachte der berühmte Naturforscher Johannes Müller (1801–1858), der sich besonders mit der Entwicklungsgeschichte von Meeres-

tieren befaßte und dem wir hier entscheidende Anregungen verdanken, mit seinen Schülern drei Monate auf Helgoland. Im Seewasser, das aus der Meeresoberfläche stammte, stellten sie des öfteren ein nur drei Millimeter langes Tierchen fest. Müller berichtet darüber: »Einmal damit bekannt, erkannten wir es bald in dem Wasser der Gefäße an seiner gleichmäßig fortschreitenden Ortsbewegung, mit der es durch das Wasser hinzieht, ohne irgendeine andere Schwimmbewegung als die Tätigkeit des Räderorgans.« Damit hatte Johannes Müller die erste Beschreibung eines Hufeisenwurms gegeben — und zwar die einer Larve. Er nannte sie *Actinotrocha* (Abb. 9, S. 253) wegen des Strahlenkranzes ihrer Fühler (vom griechischen *ἄκτις* = Strahl, *τροχός* = Rad). Allerdings vermied er es, das neu entdeckte Lebewesen irgendeiner bekannten Gruppe innerhalb des Tierreichs zuzuordnen. Er berichtete nur: »Beim ersten Anblick wäre man auf die Vermutung geführt, daß *Actinotrocha* die Larve eines Molluscums (Weichtiers) sein könne.« Da er außer dem Darm auch weitere Organe fand, die er als Geschlechtsorgane deutete, verwarf er den Gedanken, daß es sich um eine Larve handeln könne; er meinte, die *Actinotrocha* sei wegen des vorhandenen Räderorgans mit den Rädertierchen (s. Band I) verwandt und könne am ehesten bei den Strudelwürmern (s. Band I) untergebracht werden.

Erst zwölf Jahre später, im Jahre 1856, glückte dem Forscher T. Stetill Wright die Entdeckung der Volltiere zweier Arten von Hufeisenwürmern. Es waren *Phoronis hippocrepeia* auf algenbewachsenen Stöcken von Becherkorallen (*Caryophyllia smithi*) im Bristolkanal und *Phoronis ovalis* in Austernschalen an der Westküste Englands. Dem Klassiker der Entwicklungslehre, Alexander Kowalevsky, gelang schließlich im Jahre 1867 der Nachweis, daß *Actinotrocha* die Larve von *Phoronis* ist. Er wollte diese Tiergruppe jedoch weder den Moostierchen noch den Sternwürmern im weitesten Sinne zuordnen und glaubte an eine verwandtschaftliche Beziehung zu den Weichtieren.

In den anschließenden Jahrzehnten wurde insbesondere die Jugendentwicklung der Hufeisenwürmer eingehend erforscht. Man gewann Klarheit über die Vorgänge bei der Eireifung und Befruchtung, über die Organbildung aus Zellen des mittleren Keimblattes bei der Larve und beim Volltier. Damit konnte auch die Eingliederung ins Zoologische System befriedigend gesichert werden. Die Hufeisenwürmer wurden mit den Moostierchen und den Armfüßern zum Stamm der Kranzfühler vereinigt; denn allen drei Tierklassen kommt ein Eityp zu, der im Verlauf der Zellvermehrung und Furchung keine unterschiedlichen Regionen für die spätere Organbildung erkennen läßt. Allen ist auch die im freien Meer lebende *Actinotrochal*arve eigen, aus der die Volltiere durch gleichartige Verwandlung hervorgehen. Schließlich sind die Gemeinsamkeiten der Hufeisenwürmer mit den Moostierchen und Armfüßern im Körperbau, in der Leistung und in der Lebensweise so auffallend, daß der Verdacht auf bloße gleichartige Anpassung (Konvergenz) abzuweisen ist. Diese entwicklungsgeschichtliche Übereinstimmung (Homologie) läßt an einen gemeinsamen Ahnentypus denken, der im Stammbaum der Tiere noch vor dem der Ringelwürmer in Erscheinung getreten sein muß; denn die an und für sich ähnliche Trochophoralarve der Ringelwürmer



Aus dotterreichen Eiern einiger *Phoronis*-Arten entwickeln sich unvollkommene Schwimmlarven, die sich vom Dotterinhalt des Darms ernähren. Nach einigen Tagen sinken sie zu Boden, kriechen mit Hilfe von Wimpern und Schleim drei Tage umher und wandeln sich dann zu einem Hufeisenwurm um. 1 After (s. S. 231).

verkörpert bereits eine höhere, aus Urzellen des mittleren Keimblattes gebildete Entwicklungsstufe.

Auch heute ist noch wenig über die Physiologie der Hufeisenwürmer, über die chemischen Vorgänge bei der Verdauung, der Atmung, der Stoffausscheidung bekannt. Noch mehr offene Fragen stellt das Verhalten der Hufeisenwürmer in ihrer Umgebung. Es bedarf besonderer Sorgfalt, sie über längere Zeit im Aquarium zu halten.

Die zweifellos sehr alte Klasse der Hufeisenwürmer überrascht durch ihre Artenarmut. Carl Cori, der diese Tiergruppe eingehend bearbeitet hat, ist der Meinung, daß sie den formbildenden Einflüssen der Umwelt wenig unterworfen sind, weil sie auf ihrer Unterlage festsitzen. Bis jetzt sind achtzehn Arten bekanntgeworden, von denen einige vielleicht nur Unterarten sind. Wir unterscheiden zwei Gattungen: A. *Phoronis*, bei der die Fühlerkrone lediglich durch eine Ringfurche vom Hinterleib abgesetzt ist; B. *Phoronopsis*, die eine auffällige Ringfalte ausgebildet hat. In vielen Fällen fehlen uns die lückenlosen Übergänge von der Larve zum Volltier. Wir können die Hufeisenwürmer deshalb vorerst nur nach ihrer Siedlungsweise gruppieren:

1. Flach eingebettet und verstreut auf Muschelsandgrund entlang der Küstenzone lebende Hufeisenwürmer: *Phoronis psammophila* (Abb. 4, 5 u. 6, S. 252; GL 5 cm), fleischfarben, Fühlerbasis blaßrot gefärbt, bis zu 124 Fühler; Röhre mit Sandkörnchen und Muschelbruch bedeckt. *Phoronis architecta* (GL 5 cm), fleischfarben bis gelbrötlich, bis zu 100 Fühler; Röhre bis 15 cm lang, sehr regelmäßig mit ausgesucht scheinenden Sandkörnchen bedeckt.

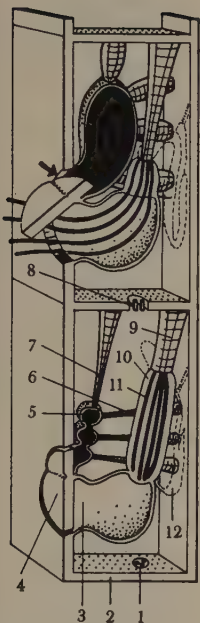
2. Senkrecht eingebaute, verstreut im küstennahen Schlickgrund lebende Hufeisenwürmer: *Phoronis mülleri* (GL 8 cm); Larve als *Actinotrocha branchiata* (Abb. 9, S. 252) von Johannes Müller im Jahre 1846 beschrieben. Fleischfarben, mit bis zu 60 rötlich getönten Fühlern; Röhre bis 8 cm lang, aus winzigen Sandkörnchen in gehärtetem Schlicküberzug. *Phoronis pacifica* (GL 9 cm), bis zu 200 Fühler; Röhre mit Sandkörnchen bedeckt.

3. Nesterförmig verflochtene, durch Querteilung aufgebaute Rasenkolonien auf harter Unterlage (Felsen, Kaimauern, Molen): Mittelmeerrasse von *Phoronis hippocrepia* (GL 3,5 cm), hellgrau, bis zu 130 Fühler; Röhre 4 cm lang, mit feinmulmigem, kaffeebraunem Belag überzogen; *Phoronis van-couverensis* (GL 4 cm), durchsichtig, weißlich gefleckt, bis zu 100 Fühler; Röhre braun.

4. In Kalkstein oder Muschelschalen grabende, durch Querteilung aufgebaute Kolonien: Nordseerrasse von *Phoronis hippocrepia*; Röhre aus zartem Chitin, gelblich, das herausragende Ende mit Muschelbruch verfestigt. *Phoronis gracilis* (GL 1 cm), graugelb, bis 80 Fühler; Röhre häutchenartig (membranös), durchsichtig.

5. Im Mündungsbereich der Schleimhüllen von Zylinderrosen (*Cerianthus*) lebende *Phoronis australis* (GL 12 cm), Fühlerkrone purpurrot, bis 300 Fühler; kommt auch in sandigem Grund vor.

Bei der zweiten Gattung *Phoronopsis* liegen noch keine Angaben über den Lebensraum vor. *Phoronopsis viridis* (GL 20 cm) ist die bisher größte entdeckte Art mit über 300 Fühlern, von denen jeder etwa 3,5 mm lang ist.



Ein steif verkalktes Cystid (2) bedarf einer Einrichtung, den Binnendruck zum Ausfahren der Fühlerkrone zu erzeugen. Polypidausgang über dem Vorhof (3) durch einen Kippdeckel (4) verschlossen. Er öffnet sich, wenn Quer- und Längsmuskeln (6, 7) den Wassersack (5) erweitern. Der entstehende Sog läßt den Deckel nach innen aufschlagen (Pfeil). Infolge Druckausgleichs wird die Fühlerkrone (11) aus der Fühlerscheide (10) durch den Vorhof herausgepreßt. 9 Polypidrückziehermuskel (bewirkt umgekehrten Vorgang), Rosettendurchbrüche (1, angeschnitten 8) zum Nährstoffaustausch, 12 Magen und Darm des Polypids (s. S. 239).

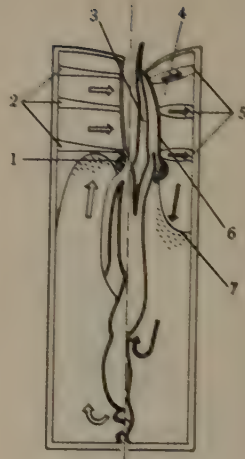
Fühlerkrone und Körper grünlich gefärbt; Wohnröhre 20 cm lang, 3 mm im Durchmesser, mit Sandkörnchen bedeckt. Gefunden in der Moro Bay (Kalifornien).

Wer mit einiger Aufmerksamkeit Pflanzenteile oder Holzstückchen aus Weihern fischt oder am Meeresstrand die Tangwatten, Muschelschalen und das angespülte Treibgut durchmustert, findet daran bräunliche Schleimüberzüge oder Gallertklumpen. Hinter solcher unscheinbarer Form verbirgt sich eine sinnvoll ausgebildete und der Wasserwelt angepasste Gemeinschaft von Lebewesen — eine Kolonie von Moostierchen.

Obwohl die Stöcke von MOOSTIERCHEN (Klasse Bryozoa) als Krusten oder Klumpen Ausmaße bis zu einem Meter haben können, erreicht das Einzeltier (Zooïd) höchstens eine Länge von vier Millimeter, so bei der Art *Nolella alta*. Körperbau mit dem der Hufeisenwürmer übereinstimmend; man könnte Moostierchen als verzweigte Hufeisenwürmer ansehen. Infolge der geringen Körpergröße kein geschlossener, in Adern strömender Blutkreislauf; ebenso fehlen besondere Ausscheidungsorgane (Nieren). Verdauungskanal in Speiseröhre, Magen und Darm gegliedert, hängt als V-förmige Schleife in die Leibeshöhle. In ihm dreht sich ständig ein Gallertstab etwa hundertmal je Minute. After mündet in Mundnähe, aber außerhalb des Fühlerkranzes nach außen; deshalb auch die Bezeichnung Ectoprocta (vom griechischen ἐκτός = außerhalb, πρωκτός = After).

Schaut man von oben auf den Fühlerkranz der Moostierchen, so läßt sich recht einfach erkennen, zu welcher der beiden Unterklassen die betreffende Art gehört. Wir unterscheiden: 1. KREISWIRBLER (Unterklasse Stelmatopoda); Fühler kreisförmig angelegt, keine Oberlippe über dem Mund, deshalb auch zweite Bezeichnung der Unterklasse: Gymnolaemata (vom griechischen γυμνός = nackt, λαμβός = Schlund); drei Ordnungen mit insgesamt 3900 Arten, die auf das Meer beschränkt sind. 2. ARMWIRBLER (Unterklasse Lophopoda); Fühlerreihe hufeisenförmig, sitzt zudem auf einer Sponge (dem Lophophor der Hufeisenwürmer); Oberlippe über dem Mund — daher auch zweite Bezeichnung der Unterklasse: Phylaktolaemata (vom griechischen φύλαξ = Wächter) —, die als Überbleibsel des ersten der drei Körperabschnitte anzusehen ist; nur eine Ordnung mit etwa fünfzig Arten im Süßwasser.

Schon unter einer stark vergrößernden Lupe sieht man aus dem Moostierstock (Zooarium) unzählige zartgefiederte Fühler hin und her fächeln. Dieser Teil eines Moostierchens, der weichhäutig und ausstülpbar ist, wird zutreffend als Polypid bezeichnet, weil er an die Fühlerkrone der Polypen (s. Band I) erinnert. Über das Zehnfache der Fühlerlänge reicht der Sog, mit dem das Polypid Nahrung herbeistrudelt: Rädertierchen und Kieselalgen, Strahlen- und Geißeltierchen, Schmuckalgen und Wurzelfüßer. Wie bei den Hufeisenwürmern dient die vergrößerte Oberfläche der Fühler dem Gasaustausch. Das Polypid wird bei Gefahr durch starke Muskeln vollständig in eine chitinversteifte, oft durch Kalkeinlagerungen gehärtete Kapsel (Cystid) zurückgezogen. Längst abgestorbene Moostierchenstöcke bewahren das beständige Muster aneinandergefügtter Cystidkammern. Dadurch läßt sich die erdgeschichtliche Entwicklung dieser Tierklasse bis ins Silur (vor 425 bis 405 Mil-



Der Binnenraum der steifwandigen Engmünder ist in zwei Abschnitte gekammert. Muskeln (5) des oberen Abschnitts (4) dehnen die Vorhofwandung (6) ein, die elastische Scheidemembran (7) der beiden Abschnitte wird als »Druckausgleicher« nach unten gepreßt, das Polypid (3) mit der Fühlerkrone wie auf einer Hebebühne ausgefahren (schwarze Pfeile). Erschlaffen die Vorhofmuskeln (2), springt die Vorhofwandung in die ursprüngliche Stellung zurück, die Scheidemembran wird nach oben gezogen (weiße Pfeile). Druckverminderung im unteren Abschnitt bewirkt Einholen und Bergung der Fühlerkrone unter den ringförmig abschließenden Muskeln (1). Diese Flüssigkeitsverschiebung im Inneren bedingt ein geschlossenes System. Die Schemazeichnung stellt beide Vorgänge im Halbschnitt gegenüber.

lionen Jahren) zurückverfolgen. Besonders in der Kreidezeit (vor 135 bis 63 Millionen Jahren) gab es eine reichere Artenentfaltung als heute. Bisher wurden etwa fünfzehntausend Arten aus dieser Erdpoche festgestellt.

Auch wenn das Polypid dank eines weichhäutigen, die Fühler umscheidenden Halsabschnitts eingestülpt ist, bleibt doch am oberen Rand der schützenden Kapsel eine gefährdete Öffnung. Durch sie könnten Fremdkörper und Feinde eindringen; auch eine allzu rasche Austrocknung des Tierstocks zur Ebbezeit kann dadurch begünstigt werden. Verschiedenartige Vorkehrungen erschweren oder verhindern solche Gefahren; sie gestatten eine weitere Unterteilung der Kreiswirbler in drei Ordnungen: Die ENGMÜNDER (Stenostomata; s. S. 255) verschließen den Vorhof zwischen der Kapselöffnung und der Fühlerscheide blendenartig mittels eines Ringschließmuskels. Bei den KAMMÜNDERN (Ctenostomata; s. S. 251) sitzt darauf zusätzlich noch eine nach außen gerichtete Chitinröhre, die sich in Falten verengen kann; bei ausgefahrenen Polypiden umgibt sie den Halsteil wie ein Kragen. Die LIPPENMÜNDER (Cheilostomata; s. S. 255) besitzen sogar einen Deckel in Gestalt eines halbkreisförmigen Kapselvorsprungs, der sich mit Hilfe eigener Muskeln zuklappen läßt, wenn das Polypid eingeholt ist.

Eine Erhöhung des Binnendrucks in der mit Flüssigkeit gefüllten Leibeshöhle treibt das Polypid aus, und die Fühler entfalten sich. Dieser Überdruck wird auf verschiedene Weise erzielt: Bei den Süßwasser-Moostierchen und Kammündern, deren Kapselwandung elastisch ist, verringert die Ringmuskulatur einfach durch Einschnürung den gesamten Rauminhalt des Moostierchens. Dadurch wird sein Vorderkörper regelrecht ausgepreßt. Viele Lippenmünder sitzen in einer stark verkalkten Springschachtel mit weichem, elastischem Deckel. Durch eine Reihe von Muskelbündeln läßt er sich eindellen; der Innenraum des Gehäuses wird dadurch verkleinert und das Polypid folglich ausgefahren. Manche Lippenmünder bilden sogar eine ringsum steif verkalkte Kapsel aus. Sie benötigen also zwangsläufig ein ausdehnungsfähiges, gegen die Außenwelt zu öffnendes Organ in Gestalt eines Wassersacks. An dessen Wand greifen Quermuskeln an, die seinen Hohlraum mit Seewasser anfüllen, wenn sie sich zusammenziehen. Weil dieser Wassersack im Körperinnern des Moostierchens aufgehängt ist, erhöht sich dort zwangsläufig der Binnendruck. Ein dichtschießender Ventildeckel öffnet sich durch den Sog nach innen, wenn Wasser in den Sack strömt, und wird über ein Scharnier in Deckelmitte wie eine Drehtür gleichzeitig nach außen aufgestoßen, um den Weg für das ausfahrende Polypid freizugeben (Abb. S. 237).

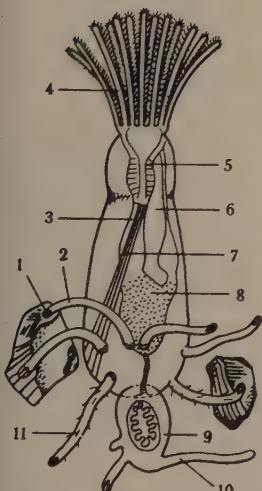
Ohne Verwendung von Meerwasser, lediglich durch Verschiebung der Leibeshöhlenflüssigkeit gelingt es den steifwandigen Engmündern, einen Überdruck zum Ausstülpen der Fühlerkrone zu erzeugen. Besondere Erweiterungsmuskeln im Vorhofbereich der chitinversteiften Kapsel pressen die Leibeshöhlenflüssigkeit nach unten, indem sie die obere Kapsel verengen. Wie auf einer Hebebühne wird dabei das eingezogene Polypid ausgetrieben. Ein Sehnenstrang (Funikulus) sorgt dafür, daß das Polypid in allen Fällen auf einer bestimmten Höhe festgehalten wird; er besteht aus rückgebildeten Längsscheidewänden der Leibeshöhle und vertäut das Darmrohr an seiner tiefsten Umbiegungsstelle mit der Bodenplatte der Kapsel.

Ordnungen

Engmünder,

Kammünder,

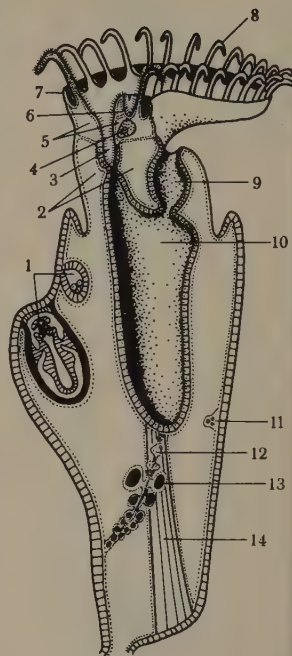
Lippenmünder



Nicht im Kolonieverband lebende Moostierchenart *Monobryozoon ambulans* (s. S. 240). 4 Tentakelkrone, 5 Schlund, 6 Enddarm, 3 Speiseröhre, 8 Magen, 7 Polypideinholermuskel, 2 Haftfortsätze mit Klebdrüsen (1), 11 Schreitfortsätze, 9 Knope mit Ausläufer (10, Stolo).

Fast ausnahmslos bilden die Moostierchen zusammenhängende Kolonien aus vielfacher Knospung. Nur die zu den Kammündern (s. S. 251) gehörende Art *Monobryozoon ambulans* lebt einzeln. Ihre Entdeckung durch den Kie-ler Zoologen A. Remane war eine wissenschaftliche Sensation; Remane kündigte sie 1936 im Zoologischen Anzeiger mit folgenden Worten an: »Beim Durchsuchen von *Amphioxus*-Sand [von Lanzettfischchen bewohnter Sandgrund] auf Helgoland im September 1934 fiel mir plötzlich zwischen den Sandkörnern eine Tentakelkrone auf, die zweifellos einem gymnolaemen Bryozoon [einem Moostierchen ohne Oberlippe] angehörte. Dieser Fund war merkwürdig, da der Meeressand von koloniebildenden und festsitzenden Tieren im allgemeinen gemieden wird, und so sind auch die Moostierchen aus diesem Lebensraum bisher unbekannt. Der Körper des Tieres war von Sandkörnern fest umgeben, sie ließen sich schwer entfernen, da sie am Tier fest verankert waren. Nach der Freilegung aber zeigte sich ein Moostierchen, das in mehr als einer Hinsicht eine Sonderstellung einnimmt. Ich bezeichne es als *Monobryozoon ambulans* (neue Gattung und Art). Die erste Besonderheit liegt in der Tatsache, daß diese Art einzellebend ist und somit den ersten Fall eines nicht koloniebildenden ektoprokten Bryozoos (s. S. 255) darstellt. Das Einzeltier ist sehr einfach gebaut. Dreizehn bis vierzehn bewimperte Tentakeln [Fühler] umstellen im Kreis den Mund. Der Rumpf ist sack- bis schlauchförmig; nicht sehr scharf eingeschnittene Ringfalten grenzen Polypid und Cystid ab. Der Hinterkörper ist gerundet und vollkommen frei, nicht festgewachsen. Am Hinterkörper entspringen nun eine größere Anzahl schlauchförmiger Fortsätze, die zwei Typen angehören. Der eine Typ umgibt in einem nicht ganz regelmäßigen Kranz den Hinterkörper, die Zahl der Fortsätze in diesem Kranz beträgt etwa zehn bis fünfzehn. Die Fortsätze selbst erinnern lebhaft an die Ambulacralfüßchen der Stachelhäuter [s. S. 276], es sind hohle Schläuche, die lebhaft umhertasten und sich mit einem Sekret fest an die Sandkörner anheften können. An der Außenwand sitzen diesen noch zerstreut feine Härchen an, wahrscheinlich Tasthaare. Mit diesen Fortsätzen kann sich *Monobryozoon* nicht nur an Sandkörnern festheften, sondern auch langsam schiebend vorwärts bewegen; es ist also nicht nur ein einzellebendes, sondern auch ein frei bewegliches Moostierchen. Der andere Fortsatz ist nur in Einzahl vorhanden, er entspringt am Hinterende, schleppt nach und ist, soweit ich beobachten konnte, nicht aktiv bewegbar. Die Basis dieses Fortsatzes ist stark verdickt, und an dieser Stelle erkennt man die kranzartig angeordneten Tentakelanlagen, wie sie für Moostierknospen charakteristisch sind. Dieser Befund zeigt klar, daß wir in *Monobryozoon* eine Form vor uns haben, für die eine Koloniebildung nicht anzunehmen ist, sie ist durch langsames Aufeinanderfolgen (zum Teil wohl Ablösung) der einzelnen Knospen unterdrückt.«

Der zweite Fortsatztyp, von dem Remane schreibt, bildet bei vielen Kamm-ündern einen langen, gabelig verzweigten Ausläufer (Stolo); auf ihm sitzen in regelmäßigen Abständen die Einzeltiere. Die meisten Moostierchen aber drängen sich mit ihren chitinversteiften Kapseln dicht aneinander, sie bilden auf festen Unterlagen, wie Steinen, Muschelschalen und Tangen, flächige Krusten oder — wenn sie rundum wachsen wie an Schilfstengeln —



Schematischer Längsschnitt durch ein Süßwasser-Moostierchen: 8 Fühlerkrone mit ringsumlaufender Membranrinne (7), 6 Oberlippe (erster Körperabschnitt, Prosoma), 5 zweiter Körperabschnitt (Mesosoma), umfaßt den Fühlerapparat, enthält Hauptnervenmasse (4), 3 Mundbucht setzt sich im Hinterleib (Metasoma, 2) in den Verdauungsorganen, dem Magen (10) und Darm (9), fort. 1 Keimlingsknospen wachsen ungeschlechtlich in Ausbuchtungen der Hinterleibswand. 14 Polypidrückziehmuskel. Bindegewebsstrang (Funiculus) mit Winterknospen (13), Hodensäckchen (12). Eier (11) entstehen an der Leibesinnenwand.

klumpenförmige Kolonien. In wenig bewegten Wasserschichten der Meere finden die Moostierchen auch in sich selbst Halt genug und wachsen zu freistehenden, strauch- und blattartigen Stöcken aus. Arten der Gattung *Hornera* erinnern in ihrer Wuchsform an Steinkorallen. Die Wandung ihrer Kapseln wächst an der Seite zum Wasser hin doppelschichtig; beide Schichten verkalken außerordentlich stark.

Die Kolonien meeresbewohnender Kreiswirbler bestehen aus vielen Einzeltieren. So setzt sich eine Kolonie von Blättermoostierchen (Gattung *Flustra*), die wie ein Ledertang (*Fucus*) aussieht, bei einer Höhe von zehn Zentimeter und einer Oberfläche von achtzig Quadratzentimeter aus annähernd einer Million Einzeltiere zusammen. Die Einzeltiere der Süßwasser-Moostierchen sind durchschnittlich dreimal so groß wie die der Meeres-Moostierchen. Entsprechend bilden bei ihnen weniger Tiere einen umfangreicheren Tierstock aus. Wenn die brotweckenartigen, völlig durchsichtigen Stöcke von *Cristatella mucedo* zu lang werden (sie erreichen bei einer Breite von einem Zentimeter bis zu zwanzig Zentimeter Länge), schnüren sie sich ab. Dann entfernt sich das kleinere Teilstück der Kolonie vom größeren, älteren und gleitet auf einer drei Millimeter dicken Schleimlage zwischen der Kriechsohle und der Unterlage (z. B. einem Seerosenblatt) mit einer Geschwindigkeit von wenigen Millimetern je Stunde einige Zentimeter weit davon. Die Fähigkeit, auf der Unterlage zu kriechen, besitzen auch noch andere Arten unter den Süßwasser-Moostierchen, besonders deren junge Kolonien.

Die Kapselwände der Einzeltiere eines Moostierchenstocks sind bei den Kreiswirblern über Poren durchbrochen, auf einzelne bänderartige Versteifungen zurückgebildet oder — bei den Armwirblern — ganz verschwunden. Dadurch ist über die Leibeshöhlenflüssigkeit des untersten Körperabschnitts (Metasoma) ein Austausch von Nährstoffen möglich, auf die insbesondere die einseitig spezialisierten Einzeltiere angewiesen sind. Bei vielen meeresbewohnenden Kreiswirblern ist nämlich eine recht eigenartige Vielgestaltigkeit der Kolonieglieder anzutreffen, die dem Tierstock als Ganzes wesentliche Vorteile verschafft.

Auf bisher unerforschte Weise entstehen meist an bestimmten Stellen des Moostierchenstocks aus Knospenanlagen besondere Einzeltiere, die für gewöhnlich von vornherein keinen Fühlerteil (Polypid) anlegen und auch nicht imstande sind, Geschlechtszellen hervorzubringen. Es sind die sogenannten Kenozooide (griechisch κενός = leer, ζῶον = Lebewesen). Wie Wurzelfäden und Blattranken dienen sie dazu, den Stock mit Haftscheiben und Haken im Untergrund zu verankern oder seine Ausläufer und Verzweigungen durch Stielglieder zu verlängern und zu spreiten. Sie bestehen lediglich aus einer allseitig geschlossenen Kapsel.

Am Stock der Engmünder fallen tönnchenförmige Verdickungen auf, die viel größer sind als die gewöhnlichen Einzeltiere. Es handelt sich dabei entweder um ursprünglich vollständige oder von vornherein ohne Polypid entstandene Moostierchen, die zu Brutkapseln (Gonozooide) für das eigene befruchtete Ei umgewandelt sind. Der zu einem Zellklumpen eingeschmolzene Darm ist mit dem Ei zusammen in einem Membransack eingehüllt; er liefert fortgesetzt die notwendigen Nährstoffe für den Keimling. Von den wenigen



Crisia eburnea ist mit Zooiden, die zu Wurzelfäden umgewandelt sind (Kenozooide), festgewachsen. Einzelne Zooide sind zu Brutkrügen (Gonozooide) umgestaltet, in denen die Keimlinge auf Kosten der Körpermasse des Polypids heranwachsen. Ein Koloniestock (rechts unten) wird etwa 15 mm hoch.

Brutkapseln eines Stockes wäre naturgemäß eine nur geringe Nachkommenzahl zu erwarten; um sie zu erhöhen, schnürt sich der Keimling im Maulbeerstadium (Eiteilung in maulbeerartig angeordnete Tochterzellen; s. Band I) vielfach durch. Aus einem einzigen Ei gehen aufgrund dieser Einschnürungen (Polyembryonie) bis zu hundert Larven hervor, die schließlich den Membransack aufbrechen und die Brutkapselblase verlassen.

Bei den starrwandigen Lippenmündern liegt ein Ventildeckel über der Mündung des Wassersackes und dem Polypiddurchgang (vgl. S. 237). Dieser Deckel bringt durch gesteigertes Wachstum überraschend sinnvolle Werkzeuge hervor, die das damit ausgestattete Einzeltier eines Stockes als Moostierchen unkenntlich machen. Bei den sogenannten Vibrakularien ist der Deckel zu einem Stab, der bis zehnmal so lang wie das Cystid sein kann, umgebildet. Dank eines Kugelgelenks und kräftiger Muskeln schwingt er um mindestens 90 Grad, bei manchen Arten sogar um 270 Grad wie eine Peitschenschnur einmal in der Minute über die Außenfläche benachbarter Einzeltiere. Es scheint, daß der Tierstock dabei von schlammigen Sinkstoffen und niedergefallenen Sandkörnern, welche die Kolonie zu verschütten drohen, befreit wird, ferner von allerlei Aufwuchstierchen, die den Moostierchenrasen zu überwuchern versuchen. Vibrakularien finden sich — scheinbar regellos über den Tierstock verteilt — nur bei wenigen Arten der Lippenmünder (Abb. S. 246).

Weitaus häufiger trifft man einen anderen Typ völlig veränderter Moostierchen, der in unvorstellbarer Formenfülle sogar innerhalb derselben Kolonie auftritt. Er wird als »Vogelköpfchen« (Avikularie) bezeichnet. Der Deckel, der sonst die Polypidöffnung verschließt, ist bei den Vogelköpfchen zu einer spitz zulaufenden, über ein Scharniergelenk beweglichen Schnabelzange geworden, die über den gleichartig vergrößerten und randversteiften ehemaligen Deckelsitz gegengreift. Auf das Vielfache verstärkt, arbeitet der Muskel, der gewöhnlich den Deckel für den Wassersack und den Polypidkanal verschließt, als »Zubeißer«. Als Schnabelöffner hat sich der Hautmuskelschlauch zu einem Muskelstrang verändert. Das Polypid der Vogelköpfchen mit Darm und Fühlerkrone ist zu einem bedeutungslosen Zellhaufen rückgebildet; deshalb müssen die Nachbartierchen über Wandporen Nahrung und Sauerstoff zuliefern. Selten sind die Vogelköpfchen noch in die Reihe der Koloniebildner eingegliedert (in diesem Falle heißen sie vikariierende Avikularien). In ihrer kennzeichnenden, an einen entfleischten Vogelkopf gemahnenden Form sitzen sie an einem beweglichen Stielchen der Bauchseite gewöhnlicher Einzeltierchen an (sie heißen dann adventive Avikularien; Abb. S. 247).

Berührt die winzige Larve eines Meerestieres den »Gaumen« des unbeweglichen Oberschnabels an einem Büschel von Sinnesborsten, so klappt der Vogelkopf wie eine Falle blitzschnell zu. Sogar der eiweißhaltige Preßsaft aus einer Muschel versetzt ihn in »Aufregung«. Etwa alle sechs Sekunden pendeln die Vogelköpfchen einmal hin und her; nach ein oder zwei Minuten schnappen sie zu. Augenscheinlich überwachen sie so das unmittelbare Vorfeld des Moostierchenstocks und ergreifen alle Kleintiere, die sich auf der Kolonie als unerwünschter Aufwuchs ansiedeln möchten. Neuerdings wurde festgestellt, daß die Vogelköpfchen der Gattung *Bugula* (s. S. 255) die eins bis

Süßwasser-Moostierchen *Plumatella repens* (s. S. 257, vgl. Abb. 4, S. 254) mit ausgestülpter Tentakelkrone.

Die Cystidröhre ist mit zahlreichen Glockentierchen (*Vorticella*) besetzt. 130fache Vergrößerung

»Vogelköpfchen«





fünf Millimeter großen Flohkrebse *Corophium insidiosum* und *Jassa falcata* ergreifen und festhalten. Diese Flohkrebse versuchen, zwischen den Kolonielücken Röhren zu bauen, die den Tätigkeitsbereich der Fühlerkrone der Polypide einengen würden. Das Vogelköpfchen läßt erhaschte Störenfriede nicht mehr los, bis sie verwest sind. Ihre zerfallenden Reste und die am Abbau beteiligten Kleinstlebewesen werden von benachbarten Einzeltierchen (Nährindividuen) eingestrudelt. Wie Charles Darwin beobachtet hat, beißen sogar abgeschlagene Vogelköpfchen eine Zeitlang weiter auf und zu.

Nahezu alle Moostierchen sind Zwitter. Die Hoden bilden sich in der Leibeshöhle. Die Eierstöcke liegen meist der inneren Körperauskleidung, dem Bauchfell, an. Nur bei den Engmündern (s. S. 255) entstehen die Geschlechtszellen unmittelbar am Rand der Kolonie, also im jüngsten Stockbereich. Naturgemäß pflanzen sich vor allem junge Moostierchen oder auch jugendliche Kolonieabschnitte auf geschlechtlichem Wege fort. Bei den Süßwasser-Moostierchen, die im Winter als Stock zugrunde gehen, bleibt so die geschlechtliche Vermehrung zwangsläufig auf das Frühjahr beschränkt.

Durch pendelnde Bewegungen der Darmschlinge werden die Eier aus dem Verband im Eierstock geschlagen und abgewischt. Sie schwimmen frei in der Leibeshöhlenflüssigkeit und werden dort — wohl von den eigenen Samenzellen — befruchtet. Wenige Arten unter den Kamm- und Lippenmündern stoßen ihre mikroskopisch kleinen, dotterarmen Eier in Unmengen das ganze Jahr über ins freie Wasser aus. Als Geburtsöffnung dient eine Pore an der Hinterseite des Fühlerkranzes. Ansonsten findet man bei den Moostierchen die verschiedenartigsten Formen von Brutpflege.

Bei mehreren Arten unter den Kammündern (z. B. Gattung *Alcyonidium*; s. S. 251) bleiben die Eier während ihrer Entwicklungszeit in Gruppen von sechs bis acht Stück an Membranstielchen mit der Außenhaut des Fühlerhalbes verbunden. Bei vielen Kammündern (z. B. Gattung *Flustrella*; s. S. 251) gelangen die Eier durch einen eigens entstandenen Riß in der Leibeswand in den Vorhof zwischen der Kapsel und dem Polypidhals. An dieser gut geschützten Stelle entwickeln sie sich weiter. Das mütterliche Polypid wird mehr und mehr eingeeengt und verkümmert schließlich. Die Mehrzahl der Moostierchen legt eigene Brutkammern für die befruchteten Eier an. Bei den Süßwasser-Moostierchen stülpt sich die seitliche Wandung des Cystids ein, und die Verbindung mit der Außenwelt wird durch Abschnürung unterbrochen (innere Brutkammer). Aus dem Ei, das auf bisher unbekannte Weise in dieses Säckchen gelangt ist, wächst ein Keimling auf Kosten der inneren Wandauskleidung heran; an der übrigbleibenden äußeren Wandumhüllung ist er über eine gürtelartige Verwachsungszone aufgehängt. An seinem zur Cystidwand zeigenden Abschnitt deuten sich später hervorbrechende Polypidknospen als Einsenkungen an, und von der Körpermitte des Keimlings her wachsen zwei Klappen bis über den Abschnitt der Polypidknospen hinweg. Diese mantelartig umhüllenden Klappen sind auf ihrer Außenseite mit Schwimmborsten bedeckt (Abb. S. 240).

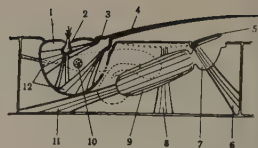
Auf dieser Entwicklungsstufe durchbricht der etwa einen Millimeter lange Keimling die Cystidwandung des Elterntieres an der früheren Einstülpöffnung. Vom Schlag der Klappenborsten angetrieben, schwimmt dieses Moos-

tierchen, das Primärzooïd genannt wird, minuten- bis stundenlang im Wasser umher und setzt sich dann mit jenem Körperende, das dem Polypid entgegengesetzt ist, auf einer Unterlage fest. Eine Nervenzellenplatte an der Sitzfläche wählt die Unterlage als geeignet aus. Innerhalb weniger Minuten stülpen sich die vorgebildeten Polypide aus; gleichzeitig werden die beiden Schutzklappen zurückgeschlagen und sowohl zur Versteifung der Cystidflanken wie auch als Kissen für den Bodenabschnitt eingesetzt. Durch weitere Knospenbildung — also durch ungeschlechtliche Vermehrung — entsteht aus dem Primärzooïd ein Moostierchenstock (Abb. S. 249).

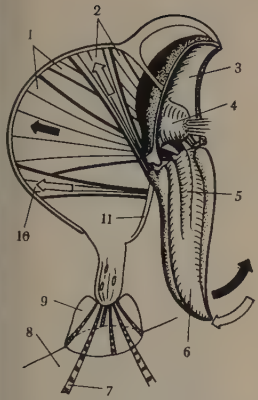
Bei vielen Arten der Lippenmünder verlängert sich der obere Rand der Kapsel und wächst zu einer mützenartigen Blase zusammen, in die über einen Spalt Meerwasser Zutritt hat (äußere Brutkammer). Anschließend wird jeweils ein Ei durch Bewegungen der Darmschleife innerhalb der engen Leibeshöhle hin und her gerollt, bis es eine langgezogene Gestalt annimmt und von den Polypidmuskeln durch die enge Geburtspore an der Fühlerkrone gepreßt werden kann. Die Geburtsöffnung zielt dabei in Richtung des Eingangs der Brutkammer. Während sich dort das Ei in durchschnittlich zwei Tagen zur Larve entwickelt, reift ein weiteres Ei in der Leibeshöhle heran. Es wird erst dann übertragen, wenn die Brutkammer wieder frei geworden ist. Für dieses überraschend sinnvolle Zusammenspiel vermutet man eine Steuerung durch Hormone (Abb. S. 248).

Diejenigen Moostierchen, die auf Brutpflege verzichten, erzeugen dotterarme Eier mit einem Durchmesser von nur wenigen hundertstel Millimeter im Überfluß, um die Art zu erhalten. Steht für die Eier aber ein schützender Brutraum bereit, so sind ihre Aussichten für das Überleben deutlich verbessert. In diesem Falle genügt es, weniger Eier heranzubilden, die dafür dotterreicher und bis zu zehnmal größer sind. Bei den Süßwasser-Moostierchen gelangt überhaupt nur ein Ei je Tier aus dem Eierstockvorrat in die Brutkammer und damit zur Weiterentwicklung. Bereits am Keimling erkennt man, wie die Fortpflanzungsrate durch ungeschlechtliche Bildung von Tochterknospen oder — wie bei den Engmündern — durch Einschnürung und Teilung des Eies (Polyembryonie) gesteigert wird. Daß größere Moostierchenstücke zur Fortpflanzungszeit trotzdem von dichten Wolken junger Larven eingehüllt sind, erklärt sich aus der ungeheuren Zahl fruchtbarer Einzeltiere.

Unter den Planktontierchen der Küstenzone ist ein bewimpertes Lebewesen von der Form eines krepfenlosen Männerhutes eine häufige Erscheinung. Man kann es mit einer Lupe gerade noch erkennen. Der Naturforscher Christian Gottfried Ehrenberg (1795–1876) bezeichnete es 1830 als »*Cyphonautes compressus*« (Abb. 8, S. 252), weil er es als ausgewachsenen Einzeller (s. Band I) ansah. Im Jahre 1869 stellte Schneider fest, daß aus diesem Lebewesen *Membranipora pilosa* entsteht. Die Bezeichnung *Cyphonautes* (vom griechischen κυφός = bucklig; ναύτης = Seemann) für die echte Moostierchenlarve hat man bis heute beibehalten. Eine typische *Cyphonautes*larve (Abb. 8, S. 252) entwickelt sich nur aus dotterarmen Eiern. Sie ist während ihres ein- bis zweimonatigen Planktonlebens darauf angewiesen, Kleinstlebewesen aus dem Meerwasser zu filtrieren und sich davon zu ernähren. Larvenformen aus dotterreichen Eiern genießen dagegen — wie schon erwähnt — Brutpflege. Ihr



Bei vielen Lippenmündern fegt eine Borste (4), durch Muskeln (12) in einem Drehgelenk (3) halbkreisförmig bewegt, die Koloniesoberfläche rein. Diese Säuberungseinrichtung (Vibrakularie) mit verkümmertem Polypid (2) und Wanddurchbrüchen (10) zur Nährstoffversorgung sitzt als selbständiges Tier einem normalen Zooïd auf; 5 dessen Deckel mit Schließmuskel (6) und Öffnermuskel (8) für den Vorhof (7) zur Tentakelscheide (9), in der die Fühlerkrone, durch einen Muskel (11) zurückgezogen, liegt (s. S. 242).



Lippenmäuler besitzen zur Verteidigung die Vogelköpfehen (Avikularien). Es sitzt einem normalen Zoo'id [8] und einem Podest [9] auf, ist durch Muskeln [7] schwenkbar. Das Organ zum Zuschnappen ähnelt einem Vogelschnabel. Beweglicher Zangenarm [6], unbeweglicher Zangenarm [3], Polypidrest [4, Sinnesorgan für Tastreize]. Beim Schnabelschließen ziehen Muskeln [1] an einem Sehnenband [5, schwarze Pfeile]. Wenn der Muskel [10] die elastische Cystidwand eindellt, verschiebt sich die Zangenaufhängung nach innen und die beiden Muskeln [2] öffnen das Fangwerkzeug (weiße Pfeile); (s. S. 242).

Aufenthalt im Wasser dauert nur wenige Stunden; sie suchen dort lediglich nach einem geeigneten Wohnraum. Zur selbständigen Ernährung fehlen ihnen Mund und Darm. Auch die beiden am Vorderrand verbundenen Schalenklappen aus Chitin, die den Flanken der Cyphonauteslarve Schutz bieten, sind meist nicht vorhanden. Beide Larvenformen haben jedoch drei Organgebilde, die ganz bestimmte Aufgaben verrichten:

Die nacheinander mit Verzögerung schlagenden Wimpern am Unterrand rudern die Hutlarve mit der Spitze voran spiralig durchs Wasser. Am Scheitel sitzt ein einziehbares knotenförmiges Gebilde, das mit zahlreichen Sinnesborsten besetzt ist und roten Farbstoff enthält. Da man unter dem Mikroskop Nervenfasern erkennt, dürfte es sich um ein Tastorgan handeln, das auch lichtempfindlich ist. Das »Scheitelorgan«, wie es bezeichnet wird, betrachtet man als das »Hirnchen« der Moostierchenlarve.

Unter dem vorderen Hutrand ist ein zweites Sinnesorgan vorhanden. Hohe Drüsenzellenstäbe und Zellen, in die ein Schopf langer Tasthaare eingepflanzt ist, kleiden den Innenraum einer zipfelmützenartigen Einsenkung unmittelbar vor der Mundbucht aus. Dieses »birnenförmige Organ«, wie es genannt wird, erfüllt zwei Aufgaben: Solange die Cyphonauteslarve umherschwimmt, dient es als Greif- und Fangeinrichtung für die Nahrung. Beginnt die Larve sich endgültig festzusetzen, tastet sein Wimperschopf die Unterlage ab und wählt einen passenden Platz zum Ansiedeln aus. Dann stülpen sich zwei Muskelnäpfe vor, die unter den beiden Schalenklappen angelegt sind, saugen sich fest und verankern die Moostierchenlarve mit einer Kittabsonderung. Unter Muskelzuckungen werden alle Weichteile, die Ringwülste, an denen die Ruderwimpern sitzen, die Flimmerbuchten des Verdauungsganges und der Darm selbst weit unter die Schalenklappen zurückgezogen. Durch den seitlich wirkenden Druck des Weichkörpers zerreißen die Schalenhaltermuskeln; die Cyphonauteslarve sinkt in sich zusammen. Schließlich bedecken die teilweise übereinandergeschobenen Schalen ein ziemlich plattgedrücktes Säckchen, das angefüllt ist mit dem Zellbrei der aufgelösten Larvenorgane.

Mit überschwenglichen Worten schildert Carl Cori, der beste Kenner der Kranzföhler, was weiter geschieht: »Das Wunderbare ist nun, daß aus diesem Trümmerfeld der Organisation der Stelmatopoden-Imago [erwachsener Kreiswirlbler] neu entsteht. Die Kraft embryonalen Geschehens vermag das nicht. Da tritt jetzt die Allmacht der Knospung auf den Plan. Sie vollendet den Ganzheitsplan der Bryozoen-Organisation.« Wie bei der ungeschlechtlichen Vermehrung entsteht durch Knospung aus dem Zellbrei ein erstes vollständiges Moostierchen. Es bildet den Ausgang eines Moostierchenstocks. Ein Ereignis ohne Beispiel in der Biologie ist dies: Der Ablauf der geschlechtlichen Vermehrung über das Ei und den Keimling wird knapp vor der erfolgversprechend angelegten Verwandlung zum »erwachsenen« Moostierchen zugunsten der ungeschlechtlichen Vermehrung über die Knospenbildung gestoppt. Die Umwandlung der vereinfachten Dotterlarven verläuft im wesentlichen gleichartig. Der Neuaufbau von der Auflösung der Larvenorgane bis zur Fertigstellung eines ersten Moostierchens (Ancestrula) dauert bei der gut erforschten Gattung *Membranipora* (s. S. 256) fünf Tage.

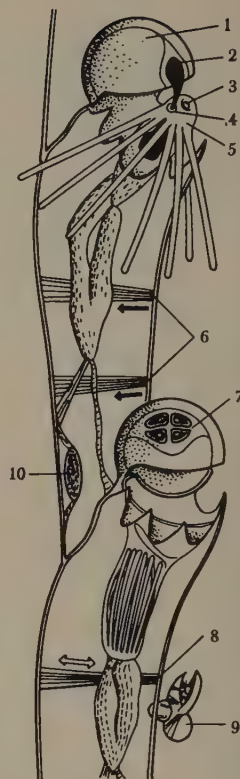
Durch fortlaufende Knospung baut sich der Moostierchenstock auf. Im koloniebegründenden Ausgangstier wird als erstes im Bereich des Enddarms eine Leibeswand des künftigen Einzeltieres angelegt. Erst dann entsteht die dazugehörige Darmschleife. Das Ausgangstier scheint mit besonderen Bildungskräften ausgestattet; denn es werden gleichzeitig mehrere Tochtertiere und bestimmte Verankerungseinrichtungen, wie eine Haftscheibe oder wurzelartige Ausläufer, erzeugt.

Die Zahl der Knospen und ihre für die betreffende Art kennzeichnende Bildung bestimmen den Bauplan einer Kolonie. Bei den flächig wachsenden Moostierchenstöcken erzeugt jedes Einzeltier zwei Tochtertiere, die sich auf der gleichen Ebene gabelig verzweigen. Frei ins Wasser wachsende, blattförmige Kolonien sind bei manchen Arten siebartig durchbrochen, wohl um der Wasserströmung wenig Angriffsfläche zu bieten. Eine Flächenkolonie hat einen mosaikartigen Bau. Längsseitig verbundene Individuen innerhalb einer Kettenfolge verschmelzen an ihren Seitenwänden. Häufig sind einander benachbarte Reihen um die halbe Länge einer Kapsel gegeneinander verschoben (Quincunx-Anordnung). Damit erhöht sich, ähnlich wie bei halbversetzten Ziegelsteinen einer Mauer, die Reißfestigkeit. Darüber hinaus läßt sich der Wasserraum der einzelnen Fühlerkronen günstiger ausnutzen.

Die Art des Knospenwachstums liefert uns Merkmale zur Bestimmung der Moostierchen. Sind die Gehäuse verkalkt, so gelingt sogar die systematische Zuordnung bei Moostierchenskeletten aus vergangenen Erdzeitaltern.

Erzeugt das Ausgangstier eine größere Anzahl von Knospen (z. B. sechs), so kommt es zu einer ringförmigen Anordnung der Moostierchengenerationen rund um das erste Tier. Viele krusten- und klumpenförmig wachsende Formen entstehen auf diese Weise. Das Ausmaß ungeschlechtlicher Fortpflanzung durch Knospen erkennt man bereits mit bloßem Auge: Bei *Schizoporella sanguinea* (s. S. 256) bestand eine Kolonie mit zwölf Zentimeter Durchmesser im Hafen von Rovinj aus 38 000 Einzeltieren, die alle innerhalb von fünf Monaten aus einem Ausgangstier entstanden waren. Störende Einflüsse, etwa Änderungen im Salzgehalt des Wassers, der Temperatur und des Nahrungsangebots, können die kennzeichnende Wuchsform abändern. Moostierchen im Aquarium kümmern meist, weil sie dort unnatürliche Lebensbedingungen vorfinden. Bei Meeres-Moostierchen entarten die Polypide in zeitlichen Abständen, die mit den geschlechtlichen Fortpflanzungsperioden zusammenfallen. Die Fühlerkrone bleibt eingezogen und zerfällt zusammen mit dem Vorderdarm. Im Magen häufen sich rotbraune Endprodukte des Stoffwechsels an, die durch eine Zellhülle abgekapselt werden. Auf diese Weise entledigt sich das Moostierchen der giftigen Ausscheidungen, die es auf andere Weise nicht loswerden kann. An der Cystidwand aber knospt ein neues Polypid heran, das den braunen Restekörper umwächst und oftmals sogar nach außen abdrängt. Bei *Membranipora membranacea* (s. S. 256) findet dieser Umbauvorgang in fünf Tagen statt. Auch Süßwasser-Moostierchen greifen auf die Bestandteile der Polypide zurück, wenn ein Knospenschub, die Ausbildung von Brutkammern oder die Wiederherstellung zerstörter Abschnitte der Kolonie gesteigert Baustoffe verlangen.

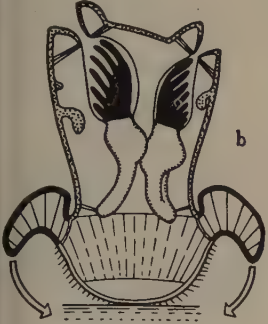
Meeres-Moostierchen sind vom Wechsel der Jahreszeiten kaum betroffen.



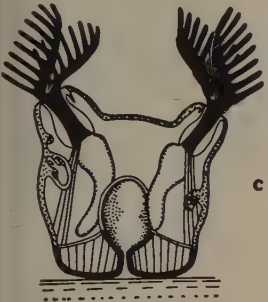
Helmförmige Brutkammer (1), deren Binnenraum mit dem Meerwasser in Verbindung steht. Das Ei (2) wird durch eine enge Öffnung (4) neben dem Mund (3) aus der Leibeshöhle in den Brutkammerhohlraum gepreßt. Fühlerkrone (5) ist hierbei nach hinten umgeschlagen. Darunter hat sich in der Brutkammer ein mehrzelliger Keimling (7) gebildet. Muskeln (6) bewirken eine Eindellung der Außenwand, Binnendruckerhöhung und Ausfahren der Fühlerkrone (schwarze Pfeile = Zugrichtung der Muskeln, weißer Doppelpfeil = erschlaffter Muskel; 8). Unterem Zooid sitzt »Vogelköpfchen« (9) auf. Im »braunen Körper« (10) sammeln sich giftige Abfallstoffe, weil Moostierchen keine Nieren haben.



a



b



c

Süßwasser-Moostierchen:
Der Keimling, das sogenannte Primärzooïd, durchbricht die Bauchwand des Elterntiers und schwimmt, von Mantelwimpern getrieben, einige Minuten bis höchstens 24 Stunden frei herum (a). Dann setzt es sich fest, die Mantellappen (längsschraffiert) werden abwärts umgeschlagen (b) und wie ein Sitzkissen unter den Tierstock geschoben (c). Erste Knospenanlagen in den Seitenwänden (s. S. 245 u. vgl. Abb. S. 240).

Die Süßwasser-Moostierchen überleben den Winter gemäßigter Breiten und die Trockenzeit heißer Länder nicht. Der Einzelstock erreicht also in diesen Fällen nur ein Lebensalter von einem Jahr.

Um die Art über die Unbill der Witterung zu retten, bilden Süßwasser-Moostierchen Keimlager für Moostierchenknospen (Dauerstadien, die als Statoblasten bezeichnet werden) aus. Vom Frühsommer an wachsen Hautzellen des Bauchfells im Sehnenstrang in Richtung Darmschleife. An der Spitze dieser Zellwanderung bilden sich kelchförmige Halbkugeln, die sich mit dotterhaltigen Zellen aus der Leibeshöhle füllen und schließlich zu einer linsenförmigen Hohlkugel schließen. Die umhüllenden Deckzellen sondern nach außen eine feste, dunkelbraune Chitinschale ab. Der fertige Statoblast hält den alten Standplatz der Kolonie besetzt oder sinkt zu Boden, sobald die Kapsel, in der er entstanden war, verwest ist. Hebt sich aber die Chitinschale längs der Mittelebene der Statoblastenkugel von der darunterliegenden Zellhülle ab, so entsteht als luftgefüllter Hohlraum ein Schwimmgürtel. Wenn der Stock zerfallen ist, steigen Statoblasten mit Schwimmgürtel an die Wasseroberfläche und haften an treibenden Holzstückchen, Schwimtblättern und am Gefieder der Wasservögel. Manche Arten unter den Süßwasser-Moostierchen bilden Statoblasten aus, die sogar mit einem Strahlenkranz von Haifthaken ausgerüstet sind.

Viele Tiere des Süßwassers — besonders der Seen und Weiher — breiten sich mit verschleppten Dauerstadien bis zu den entlegensten Gewässern aus. Die Statoblasten der Moostierchen werden aber an Zweckmäßigkeit von keiner vergleichbaren Dauerform übertroffen. So erzeugen die Kolonien der Gattung *Plumatella* (s. S. 257) des Michigansees — bezogen auf den Quadratmeter bewohnter Blattflächen — etwa achthunderttausend Statoblasten. Am Ufer dieses Sees lagen die angespülten Schalen der Statoblasten als ein Saum von einem halben Meter Breite einen Kilometer weit.

Statoblasten überdauern unbeschadet Trocken- und Kältezeiten, benötigen aber eine mehrmonatige Ruhezeit, ehe sie keimfähig werden. Bei einer ausreichenden Wassertemperatur von etwa zehn Grad bildet sich innerhalb von fünf Tagen eine Polypidknospe an einer bestimmten Stelle in der Statoblastenwandung. Sie baut sich aus Hüllzellen und aus Zellen des Sehnenstrangs auf, ernährt sich vom Dotter und tritt schließlich aus einer aufplatzenden Furche als Polypid aus. Wenn der Statoblast bereits im Frühjahr entstanden war, bringt die anschließende Knospung noch im gleichen Sommer einen neuen Stock hervor.

Im Gegensatz zur frei schwimmenden Larve fehlen den festsitzenden Moostierchen alle Sinnesorgane. Die Umweltreize werden von einzelnen Sinneszellen unterhalb der Außenhaut — besonders im Bereich der Fühler — wahrgenommen und in einer zentralen Nervenmasse (Ganglion) an der Rückenwand des Schlunds verarbeitet. Reize von unterschiedlicher Stärke veranlassen die Fühler, sich nach außen abzuknicken und damit die sogenannte »Ekelstellung« (vgl. Abb. S. 250) einzunehmen. Die Gattung *Electra*, die an eine Wassertemperatur von neunzehn Grad gewöhnt ist, knickt die Fühler, wenn das Wasser um sechs Grad erwärmt oder um acht Grad abgekühlt wird. Bei Zugabe von einem Teil Zitronensäure auf 7200 Teile Wasser nimmt die

Gattung *Farella* die »Ekelstellung« (vgl. Abb. rechts) ein (zum Vergleich: der Mensch schmeckt Zitronensäure im Meerwasser erst bei einer zehnmal höheren Beimischung). Bei groben Reizen zieht sich die Fühlerkrone blitzschnell in die schützende Kapsel zurück. Ein Lippenmänder aus Ostasien, *Acanthodesia serrata*, strahlt bei Reizung fahlblaues Licht aus einem Paar kugeligler Drüsenzellenmassen am Fühlerhals aus.

Moostierchenkolonien siedeln mit Vorliebe an beschatteten Stellen der flachen Schelfmeere. Zumindest die *Cyphonautes*-Larve weist rote Farbflecken auf, die lichtempfindlich sein dürften. Doch soll sich auch die Fühlerkrone der Kolonietiere vom Sonnenlicht abwenden können. Nur wenige Arten sind mit Wurzelranken ausgerüstet, um sich in Sand- und Schlammböden zu verankern. Sonst werden feste Unterlagen — wie felsiges Geröll, Holzstücke, leere oder bewohnte Schneckenhäuser und Muschelschalen, auch die glatten Oberflächen breitwüchsiger Algen und Wasserpflanzenblätter — ausgewählt. Es scheint, als ob die Moostierchen ganz allgemein keine besonderen Ansprüche an die Beschaffenheit des Lebensraumes im Wasser stellen, wenn sie nur ausreichend Nahrung finden. Sie bevorzugen eine Wassertiefe von einem halben bis zu zweihundert Meter; einzelne Arten jedoch, zum Beispiel *Menipea normani* bei Island, dringen in Tiefen von tausend Meter vor, wo die Temperatur nur ein Grad Celsius über dem Gefrierpunkt liegt. Selbst aus sechstausend Meter Tiefe wurden schon Moostierchen heraufgeholt. Unterschiedlicher Salzgehalt hat auf die Verbreitung der einzelnen Arten wenig Einfluß, wenn man davon absieht, daß die Kreiswirbler nur im Meer und die Armwirbler nur im Süßwasser leben.

Aber selbst diese Regelhaftigkeit durchbrechen etwa zwanzig Arten von Kreiswirblern, die offenbar Flüsse als Einfallstore zu festländischen Süßgewässern benutzten und dort seßhaft geworden sind. Die Gattung *Paludicella* (s. S. 252 und Abb. 7, S. 254) und die zu den Armwirblern gehörende Gattung *Plumatella* (s. S. 257, Abb. S. 243 u. Abb. 4, S. 254) richten als »Leitungsmoos« sogar Schaden in den Wasserleitungen an. Im Jahre 1885 war ein Wasserrohr von sechzig Zentimeter Durchmesser der Hamburger Wasserleitung auf der Innenseite, also in völliger Dunkelheit und unter einem Druck von 5 atü (Atmosphärenüberdruck), mit einem fünfzehn Zentimeter dicken Moostierchenrasen beschichtet. Ähnlich lästige Erscheinungen meldeten Rotterdam im Jahre 1877, ferner Paris und viele englische Städte. Moostierchen verstopften Wasserleitungen, und bei ihrer Zersetzung vermehrten sich die Bakterien. In unserer Zeit sind die Anlagen der Wasserwerke vor solchen »Brunnenvergiffen« ausreichend durch Filter gesichert.

Zu den Bestandteilen seßhafter Tiergemeinschaften im Meer, die sich vor allem aus Hydroidpolypen, Actinien und Röhrenwürmern (s. Band I) zusammensetzen und die in *Zostera*-Wiesen, Austern- und Muschelbänken anzu treffen sind, gehören auch Moostierchen. Andere Tiere, die nicht an eine seßhafte Lebensweise gebunden sind, wie Strudel-, Faden- und Ringelwürmer, Krebschen, Schnecken und Seesterne, gesellen sich hinzu; entweder kümmern sie sich nicht um die Moostierchenkolonien, oder sie äßen sie als »Bewuchs« ab, wie es auch manche Fische tun. Die Lebenswelt rund um die Moostierchen des Süßwassers ist eintöniger. Viele Kleinkrebse, Wenigborster und Lar-



a

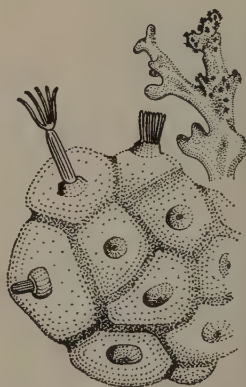


b



c

Die Fühlerstellung verdeutlicht die Reizbeeinflussung durch verschiedene Lösungskonzentrationen: Mäßige Reizung bewirkt »Ekelstellung« (b), von der Normalhaltung (a) durch geknickte Fühler unterschieden. Kochsalzlösung doppelter Meerwasserkonzentration läßt die Fühler erschlaffen (c).



Alcyonidium gelatinosum, eine Moostierchenkolonie, die klumpenförmig an haltgebenden Gegenständen bis zu 10 cm hoch wächst. Ein Endlappen ist vergrößert dargestellt.



Mit Algen werden leicht die verzweigten Stöckchen von *Zoobothryon verticillatum* verwechselt. An 2 mm dicken Ästchen sitzen Zooide in gegenständigen Reihen. Ein etwa 50mal vergrößerter Endabschnitt eines Ästchens überdeckt einen Ausschnitt aus dem Stock. Die rechte Seite zeigt Knospen von unterschiedlichem Entwicklungsstand; links ein vollständig und halb ausgefahrenes Polypid, darunter zwei alte Einzeltiere, die Baustoffe (eingeschmolzene Eingeweide) über den Funikularstrang (gestrichelt) an die Kolonie abgeben (s. S. 252).

ven verschiedener Wasserinsekten suchen in den oft kindskopfgroßen Moostierchenstöcken Schutz. Süßwasserschwämme und Moostierchen wachsen oft zu Klumpen vereint »um die Wette«. Die großen, blutroten Zuckmückenlarven nagen ihre mit Gespinst täpezierten Gänge nach allen Richtungen in die Moostierchenkolonien und beschleunigen sicherlich deren Verfall im Herbst. Einige Arten unter den Meeres-Moostierchen bohren sich in Muschel- und Seepockenschalen und verwenden den daraus gewonnenen Kalk zur Verstärkung ihrer Kapseln. Die Art *Hypophorella expansa* lebt mit gewissen röhrenbauenden Vielborstern des Wattenmeeres (z. B. *Lañice conchy-lega*; s. Band I) in Wohngemeinschaft. Dabei droht bereits der jungen Kolonie an der Innenfläche der Wohnröhre ständig Gefahr, von einer Absonderungsschicht überzogen zu werden, die der Wurm für die Verstärkung der Röhrenwandung abscheidet. Um immer wieder einen Ausgang in das Röhreninnere frei zu machen, sägt jedes einzelne Moostierchen der Kolonie mit einer bogenförmigen Raspelplatte am Polypidhals ein Loch aus der jeweils neu abgesonderten Schicht. Wie »Kannibalismus« mutet es an, wenn die Moostierchenart *Harmeriella terebrans* die Polypide von *Tubiporella* zerstört und sich in deren Cystiden einnistet.

Mit den KREISWIRBLERN (Unterklasse Stelmatopoda oder Gymnolaemata) treten die Moostierchen in allen Meeren auf. Naturgemäß sind sie als ortsgewundene Tiere auf die Verdriftung durch Meeresströmungen angewiesen, die ja verstärkt an Küstenzonen zur Wirkung kommen; dort werden Treibholz und Algenwatten, besetzt mit Moostierchenrasen, verfrachtet. Abgesehen von der über Monate hin im offenen Meer lebenden echten Cyphonauteslarve, sind die frei schwimmenden Dotterlarven mit ihrer kurzen Schwärmzeit Eintagsfliegen vergleichbar und nur zu kleinen Ausbreitungsschritten fähig; wenn man das hohe Alter dieser Tierklasse in Betracht zieht, führten diese jedoch zu weltumspannender Verbreitung. Örtlich günstige Lebensbedingungen werden durch die nahezu verzögerungsfrei wirksame Methode der ungeschlechtlichen Vermehrung über Knospen ausgenützt. Die im Meer lebenden Kreiswirbler teilt man auf zuverlässige Weise nach der Art, wie die Polypidöffnung geschlossen und gesichert wird, in die drei Ordnungen der Kammünder, Engmünder und Lippenmünder ein.

Bei den durch Faltenkragen verschließbaren KAMMÜNDERN (Ordnung Ctenostomata) mit ihrer nicht verkalkten Kapsel unterscheidet man aufgrund ihres Aussehens drei verschiedene Entwicklungsrichtungen:

1. **ALCYONELLEN** (Unterordnung Alcyonellea); Stock fleischig oder ledrig, massig; die ei- oder kästchenförmigen Röhrencystide sind an der Bauchseite (Ansichtsseite) bündig mit der Kolonieoberfläche eingebettet. Hierzu als Vertreter der Familie der **ALCYONIDEN** (Alcyonidae) das **GALLERT-MOOSTIERCHEN** (*Alcyonidium gelatinosum*; Abb. S. 234) mit grünlichgelbem, lappenartigem, frei stehendem Stock bis 90 cm Höhe, 15–17 Fühler je Polypid; Ostküsten des Nordatlantik. Zur Familie der **FLUSTRELLIDEN** (Flustrellidae) gehört *Flustrella hispida* mit rotbraunen, dichtbeborsteten, schwammigen Belägen auf Bläsentang; 30–35 Fühler je Polypid; östliche Küsten des Nordatlantik.

2. **PALUDICELLEN** (Unterordnung Paludicellea); Rankenstock kettenartig, hornig, dessen flaschenförmige Cystide sich halswärts von der Astachse ab-

wenden. Zur Familie der PALUDICELLIDEN (Paludicellidae) gehört das LEITUNGSMOOS (*Paludicella articulata*; Abb. 7, S. 254); als rotbrauner, netzartiger Überzug auf Stengeln und Blättern von Wasserpflanzen, Wurzeln von Ufersträuchern, Muschelschalen und Steinen; tritt in Wasserleitungsrohren auf (s. S. 250); 16 Fühler je Polypid; wegen seiner Zartheit leicht zu übersehen, weltweit im Süßwasser verbreitet; Wachstumszeit wird mit Bildung von Winterknospen (Hibernacula: eiförmige Einzeltiere mit Dotter und verkalkter Wandung, die den Statoblasten der echten Süßwasser-Moostierchen entsprechen) abgeschlossen. Die Art *Victorella pavidia* aus der Familie der NOLELLIDEN (Nolellidae) wurde im Brackwasser der Londoner Docks entdeckt; bildet Kolonierasen auf Holz und Steinen in brackigem Wasser von einem Salzgehalt um eins vom Hundert; acht Fühler je Polypid; in Häfen, auch in der Ostsee.

3. STOLONIFEREN (Unterordnung Stolonifera); Kapseln röhren- oder keulenförmig, oben offen, die einzeln oder in Gruppen aus netz- oder strauchartig verzweigten, deutlich abgesetzten Stengelgliedern (Kenozooiden) entspringen. *Amathia lendigera* zählt zur Familie der VESICULARIIDEN (Vesiculariidae); Einzeltier-(Zooid-)Gruppen hornfarben, 4–6 Paare in gerader Reihe, auf gabelig verzweigten Stengelgliederketten (Stolonen); acht Fühler je Polypid; auf Algen und flächig wachsenden Moostierchen der Korallinenböden (Kalk-Rotalgen; s. Band I) des Mittelmeers. Zur gleichen Familie gehört *Zoobotryon verticillatum*; Röhrenstolonen (s. oben) milchigweiß, mehrere Meter lang, gabelig verzweigt, von 2 mm Durchmesser, auf denen in zwei gegenständigen Reihen die achsenauswärts zeigenden Einzeltiere sitzen. Stöcke erinnern an Fadenalgen und sind deshalb leicht zu übersehen, zerbrechen im Herbst und ruhen zur Winterzeit am Meeresboden; im Frühjahr wachsen aus ihnen Seitenzweige aus, an denen neue Einzeltiere knospen (Frühjahrskolonie); einzelne Abschnitte lösen sich ab, werden mit der Strömung verfrachtet und verankern sich an geeigneten Orten; diese Wanderabschnitte erzeugen auf geschlechtlichem Weg Larven, welche die Stammform der Sommerkolonie begründen. Der Magen des Polypiddarms vermag dank zähnenartig verhornter Wände mit Hilfe besonderer Kaumuskeln hartschalige Panzergeißeltierchen und Strahlentierchen zu zertrümmern; acht Fühler je Polypid; häufig, oft sogar massenhaft, an Bojen, Treibgut und liegenden Schiffen im Mittelmeer (Abb. S. 251).

Zur gleichen Unterordnung zählen auch die Familien der PENETRANTIIDEN (Penetrantiidae) und IMMERGENTIIDEN (Immergentiidae). Im Jahre 1945 entdeckte Lars Silen in besetzten und leeren Muschelschalen an der schwedischen Westküste und anschließend auch in Weichtiersammlungen eine Reihe von Moostierchenarten, die in der oberen Kalkschicht ein Netz flachgedrückter Verbindungsröhren (Stolonen) mit einem Durchmesser von 0,02 bis 0,08 Millimeter gleichlaufend zur Oberfläche ausbilden. Von diesen Röhren gehen in regelmäßigen Abständen etwa einen halben Millimeter lange Verbindungsgänge senkrecht nach außen, die ein Bohrzooid mit Phosphorsäure ausgeätzt hat und die anschließend von einem nachknospenden gewöhnlichen Moostierchen (Autozooid) eingenommen werden. Dafür sprechen die beiden ineinandersteckenden Cystidwandungen. Ebenfalls zur Unterordnung

Armfüßer:

1. Drei festgewachsene Schalenschloß-Armfüßer (*Terebratula*, vgl. S. 265) mit kurzen Stielen, nat. Gr.
2. Zungenmuschel (*Lingula unguis*, s. S. 265) im Sand eingegraben. Zwei Gänge durch Längsschnitt geöffnet. Länge der Schalen 4 cm, der Gänge 16 cm.
3. Zwei festgewachsene Schalenschloß-Armfüßer (*Terebratella*, vgl. 265) mit langen Stielen, nat. Gr.

Hufeisenwürmer:

- 4 bis 6 *Phoronis psammophila* (s. S. 237)
4. Aufsicht auf die ausgefahrene Fühlerkrone.
5. Vier Tiere (KL 30 mm) auf der Schale einer Scheidenmuschel.
6. Rückansicht der ausgefahrenen Fühlerkrone.

Kranzfühlerlarven:

7. Schwimmlarve eines Schalenschloß-Armfüßers (s. S. 263, KL 0,2 mm).
8. Schwimmlarve (*Cyphonautes*, s. S. 246, Breite 0,5 mm) der Seerinde (*Membranipora membranacea*).
9. Schwimmlarve (*Actinotrocha*) eines Hufeisenwurms (s. S. 232 u. 236, KL 0,6 mm)





2



4



3



6



7

Armwirbler, Süßwasser-Moostierchen:

1. Eine Kolonie von *Cristatella mucedo* (s. S. 258, KL 1,5 cm) kriecht an einem Pflanzenstengel.

2. Junge Kolonie von *Lophopus cristallinus* (s. S. 257) an einem Schilfblatt.

3. Dauerformen (Stato-blasten, s. S. 256, 258) von *Cristatella mucedo* in Auf- und Seitenansicht.

4. *Plumatella fungosa* (s. S. 257; vgl. Abb. S. 243) umwächst einen Schilfstengel, ausgeschnittener Keil zeigt die jährliche Zuwachsschicht (Klumpenlänge 20 cm).

Kreiswirbler, Meeres-Moostierchen:

5. Kalkgehäuse von *Lichenopora radiata* (s. S. 255) mit eingezogenen Fühlerkronen.

6. Blättermoostierchen (*Flustra foliacea*, s. S. 255) als Koloniestöckchen (Höhe 80 mm).

7. Leitungsmoos (*Paludicella articulata*, s. S. 250, 252, Zooidgliedlänge 0,6 mm), eine der wenigen Arten, die im Süßwasser leben.

der Stoloniferen rechnet man *Monobryozoon ambulans* (s. S. 240), *Monobryozoon limicola* und *Hypophorella expansa* (s. S. 251).

Bei den ENGMÜNDERN (Ordnung Stenostomata oder Cyclostomata) ist der Polypidausgang des röhrenförmigen, durch Kalkeinlagerungen im Chitinpanzer steifen Cystids mit einem Ringmuskel verschließbar.

Bei der Unterordnung der ARTICULATEN (Articulata) finden wir strauchartige, durch Wurzelfäden verankerte Stöcke, deren Verzweigungen von biegsamen Gelenkabschnitten unterbrochen sind. Die Art *Crisia eburnea*, ein Vertreter der CRISIIDEN (Familie Crisiidae), wächst in Form eines elfenbeinfarbenen Stöckchens von höchstens drei Zentimeter Höhe auf großen Algen in geringer Tiefe sämtlicher Meere (Abb. S. 241).

Die TUBULIPORINEN (Unterordnung Tubuliporina) haben ungegliederte, auf der Unterlage kriechende Stöcke in Form von Scheiben oder Lappen. Die zur Familie der DIASTOPORIDEN (Diastoporidae) gehörende *Diastopora patina* bildet weißliche, einen halben Zentimeter große Scheibchen auf Algen und Geröllböden des Mittelmeers.

Aufrecht wachsende, gabelig verzweigte Stöckchen nach Art der Steinkorallen zeichnen die CANCELLATEN (Unterordnung Cancellata) aus; Außenwand der röhrenförmigen Kapsel zweischichtig, dazwischen stark verkalkte Quer- und Längsrippen. *Hornera lichenoides* aus der Familie der HORNERIDEN (Horneridae) bildet einen schmutziggelben, bis zu zwanzig Zentimeter hohen, korallenähnlichen Stock aus, der aus Gewichtsgründen an Felsen in größerer Tiefe ab fünfzig Meter in arktischen Meeren befestigt ist.

Scheibchenförmige Krustenkolonien, aus deren Kalkmasse die Röhrenenden der strahlig angeordneten Kapseln herausragen, finden wir bei den RECTANGULATEN (Unterordnung Rectangulata). *Lichenopora radiata* (Abb. 5, S. 254) aus der Familie der LICHENOPORIDEN (Lichenoporidae) wächst als kreisrunde, gelblichweiße Scheibe mit einem Durchmesser bis zu drei Zentimeter auf Korallen, Muschelschalen und Algen im Schelfbereich des Nordatlantik und des Mittelmeers; der Kolonierand ist durch ein dünnes Blättchen (Randlamelle) verbreitert.

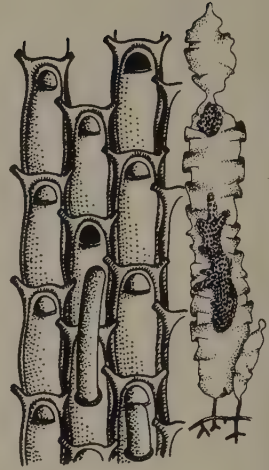
Die in der Artenzahl vorherrschenden LIPPENMÜNDER (Ordnung Cheilostomata) verschließen die Einstülpöffnung der verkalkten Kapsel mit einem durch den Wassersog (hydraulisch) beweglichen Deckel. Hier unterscheiden wir zwei Entwicklungsrichtungen (Unterordnungen):

Die ANASCEN (Unterordnung Anasca) haben eine häutchenartige Vorderwand, die sich durch Muskeln eindellen läßt und somit den zur Ausstülpung des Polypids notwendigen Innendruck erzeugt. Zur Familie der AETEIDEN (Aeteidae) gehört *Aetea anguina* mit ihren haarfeinen, durchsichtigen, einreihigen Einzeltieren, die sich mit ihrem einen Millimeter langen Oberteil senkrecht von der Unterlage abheben und löffelförmig verbreitern; auf Tangen und Steinen des seichten Küstenwassers europäischer Meere. *Bugula neritina* aus der Familie der BICELLARIIDEN (Bicellariidae) findet sich massenhaft als störender Aufwuchs an Bojen und selbst an schnellfahrenden Booten; graubraune, hornige Büsche von drei Zentimeter Länge aus zweireihigen, um die halbe Länge eines Cystids gegenseitig versetzten Tierketten. Das BLÄTTERMOOSTIERCHEN (*Flustra foliacea*; Abb. 6, S. 254) vertritt die Familie

der FLUSTRIDEN (Flustridae); aus grünlichbraunen, nach Bergamotte-Öl riechenden, bis achtzehn Zentimeter hohen, gabelig verzweigten Lappen nach Art von Braunalgentangen (*Dictyota*), die auf beiden Seiten von Einzeltieren und dazwischengestreuten »Vogelköpfchen« besetzt sind; weltweit verbreitet, ab fünfundzwanzig Meter Tiefe mit der Fußscheibe auf Muschelbruch und Korallenmoos festsitzend und regelrecht »Wiesen« bildend. Die SEERINDE (*Membranipora membranacea*) aus der Familie der MEMBRANIPORIDEN (Membraniporidae) findet sich als fächerförmiger, weißlich durchscheinender Überzug auf Algen — zum Beispiel auf *Laminaria* und *Fucus* — im seichten Küstenwasser aller Meere. Kapseln stehen versetzt, haben schlauchartige Aufsätze (Turmzooide).

Die ASCOPHOREN (Unterordnung Ascophora) haben eine starr verkalkte Vorderwand; deshalb bewerkstelligt ein durch Muskeln erweiterungsfähiger Wassersack die Erhöhung des Binnendrucks und treibt das Polypid aus. Die NETZKORALLE (*Retepora beaniana*; Abb. S. 233) aus der Familie der RETEPORIDEN (Reteporidae) bildet lachsfarbene, bis zehn Zentimeter hohe, gekrauste Trichter, die steif verkalkt und fensterartig durchbrochen sind; die Einzeltiere stehen dachziegelartig übereinander, ihr Polypidausgang liegt auf der Innenseite des Trichters. Vorkommen in stark beschatteten Höhlen und an Nordwänden der Felsküsten europäischer Meere. *Schizoporella sanguinea* aus der Familie der ESCHARELLIDEN (Escharellidae) setzt sich aus Klumpenkolonien zusammen, die durch Karotinfarbstoff orangerot sind; an Algenstrünken, auch als schädlicher Aufwuchs an Bojen und deren Verankerungen, massenhaft an Schiffsrümpfen. *Cellepora pumicosa* aus der Familie der CELLEPORIDEN (Celleporidae) hängt wie ein Bienenschwarm an Beerentangen (*Sargassum*); die hellroten Einzeltiere stehen urnenförmig dicht gepackt beieinander; hinter jedem Polypidausgang sitzt ein kleines Vogelköpfchen; Vorkommen im seichten, bewegten Wasser nordatlantischer Meere.

Verglichen mit der Formenvielfalt meeresbewohnender Kreiswirbler, mutet die Unterklasse der ARMWIRBLER (Phylactolaemata oder Lophopoda) urtümlich und einfach an. Ihre wenigen Gattungen mit insgesamt mehr als fünfzig Arten beschränken sich ausschließlich auf das Süßwasser in allen Breiten. Doch die Artenarmut wird ersetzt durch einen ausgeprägten Gestaltwandel und durch rasche und umfassende Ausbreitung. Der letzteren Fähigkeit dienen die schwimmfähigen, in einen bewimperten Mantel gehüllten Primärzooide (Abb. S. 249), welche die Stelle echter Larven vertreten. Ihre zeitlich geraffte Fortentwicklung und die frühe Neigung zur Koloniebildung begannen der jahreszeitlich bedingten Ungunst der Süßgewässer. Außerdem haben die Armwirbler auch das sichere und einzigartige Verfahren ausgebildet, bestens geschützte Dauerformen (Statoblasten; Abb. 3, S. 254) zu entwickeln, die den Fortbestand der Art über den Winter oder die Trockenzeit hinweg sichern. Dadurch sind die Armwirbler den viel artenreicheren Meeresmoostierchen ebenbürtig geworden. Der Bauplan des Einzeltieres, wie er uns bei den Kreiswirblern in verwirrenden Abänderungen vorliegt, tritt bei den Armwirblern zugunsten des gemeinschaftlichen Bauplans des Gesamtstocks zurück. Zumindest die tieferen Bereiche der Cystide gehen ohne Zwischenwände ineinander über; die Leibeshöhlenflüssigkeit mit ihren vielfältigen



Die Seerinde wächst als flächiger, weißlicher Überzug auf Blattangen. Jede Zelle dieser Moostierchenkolonien ist 0,5 bis 1 mm lang und zur Nachbarzelle um eine halbe Zellenlänge verschoben. Manche Zellen sind durch parasitische Würmer ausgehöhlt (vgl. schwarze Polypidöffnung). Von zwei Zellen erheben sich sogenannte Turmzooide. Rechts zwei Kolonien auf *Laminaria rodriguezi*.

Aufgaben als Versorgungs- und Entgiftungsorgan und als »Puffer« für die durch Flüssigkeitsverlagerung (Hydraulik) bewirkte Auspressung des Polypids ist das gemeinsame »Blut« des Stockes. Das eingezogene Polypid schließt hinter sich mit einem einfachen Blendenhäutchen (Blendenmembran) ab. Armwirbler haben sich jeden Luxus versagt. Sie verzichten auf verkalkte Gehäuse, entbehren der »Vogelköpfchen« und Vibrakularien (s. S. 242), betonen aber das Wesentliche: Mit Hilfe einer hufeisenförmigen Spange vermehren sie die mögliche Zahl der Fühler, um auch im sauerstoffarmen Wasser atmen und im Süßwasser — das ja, verglichen mit dem Meer, weitaus nahrungsärmer ist — Beute machen zu können. Nach der Art, wie die Einzeltiere im Verband zusammengeschlossen sind, lassen sich die Armwirbler in zwei Familien unterteilen:

In der Familie der PLUMATELLIDEN (Plumatellidae) sind Süßwasser-Moostierchen vereinigt, deren aus Chitin bestehende, dunkelbraune Cystidröhren sich zu hirschgeweihtartig verzweigten Ketten anordnen oder mit ihren Seitenwänden aneinanderkleben und massige Klumpen bilden. Ihre Dauerformen (Statoblasten) sind rund oder oval. Die Hauptgattung *Plumatella* tritt mit Arten auf, die sich in der Wuchsform unterscheiden lassen. Auf der Unterseite von Seerosenblättern und an Steinen dicht angepreßt findet man das häufigste Süßwasser-Moostierchen *Plumatella repens* (Abb. S. 243). Die jungen, im Frühjahr noch beweglichen Kolonien kleben an der Unterlage fest, wachsen zusammen und bilden bis zum Herbst einen dicken, walnußbraunen Überzug, in dem Unmengen von Dauerformen gelagert sind. Kürzere und breitere Cystidröhren, in kilogrammschweren Knollen- und kindskopfgroßen Knotenkolonien vereint, kennzeichnen die Art *Plumatella fungosa* (Abb. 4, S. 254). Die Art umwächst als spindelförmige Klumpen Schilfrohrstengel und Unterwasserwurzeln. Mitunter sind die Gehäuse der Sumpfdeckelschnecken (*Viviparus*) größerer Flüsse vollständig von dieser Moostierchenart wie mit einem Mantel umgeben und sehen dann aus wie Schokoladekugeln; nur die Schalenmündung bleibt frei. Den Schnecken scheint der Überzug nicht zu schaden. *Fredericella sultana* wächst in Girlanden, die an Steinen und Wasserpflanzen kleiner stehender Gewässer hängen. Im Wellengang der Herbststürme reißen einzelne Ranken ab und gelangen an neue Besiedlungsstätten.

Die wenigen Arten der CRISTATELLIDEN (Familie Cristatellidae) bilden Stöcke von der Form eines Brotlaibs. Alle Einzeltiere leben ohne Cystidwände in einer gallertigen Umhüllung. Ihre kahnförmigen Dauerformen sind stets mit einem Schwimmring, oft auch mit Hafthaken bestückt. Das schönste Moostierchen ist *Lophopus cristallinus* (Abb. 2, S. 254) mit seiner filigranartigen Zartheit, der bläulich getönten Umhüllung und den zitronengelben, aus sechzig Fühlern bestehenden Polypidkronen, unter denen die rotbraunen, gelbgestreiften Darmschleifen schimmern. Es bildet erbsengroße Kolonien an Wasserpflanzen, bevorzugt an Wurzeln der Wasserlinsen (*Lemna*) in Gräben und Tümpeln. Wenn die Kolonie bis auf einen Durchmesser von zwei bis vier Zentimeter anwächst, teilt sich ihr Rand in Lappen auf, die sich loslösen und auf dem Gallertschleim der Einbettungsmasse mit einer Geschwindigkeit von einer halben Stunde je Zentimeter von der Stammkolonie weggleiten. Die dabei vortretende Knospungszone zieht — wie die Scheinfüßchen

der Wechseltierchen (Amöben; s. Band I) — die ganze Kolonie nach. Bei *Cristatella mucedo* (Abb. 1, S. 254) sitzen die mit neunzig Fühlern ausgestatteten Polypide in Längsreihen auf dem Rücken des naktschneckenartigen Körpers der Kolonie. Auf dem Rand befinden sich die jüngsten und funktionsfähigsten, oben am Rücken die ausgedienten, die ihre Fühlerkrone schon abgeworfen haben und die eingeschmolzen werden. Aus ihren leeren Polypidhöhlen kommen während der Zeit der geschlechtlichen Vermehrung die Larven heraus. Werden Kolonien allzu lang, so teilen sie sich auf und rücken auf ihrer »Kriechsohle« auseinander. Im Herbst hört das Knospenwachstum auf. Die Koloniebänder sind nun leer von Polypiden; sie werden von Wellen zerschlagen. Dadurch kommen die eingesprengten Dauerformen (Statoblasten; Abb. 3, S. 254) frei und hängen mit ihren Haftankern an Schwimmpflanzen und Wasservögeln. Diese Moostierchenart findet sich selbst in stark sauren Moorgewässern an der Unterseite von Schwimmblättern.

Nicht selten werden in den Andenkenläden der Seestädte absonderliche Schalen, die wie Muschelschalen aussehen, als kostspielige Raritäten angeboten. Noch im vergangenen Jahrhundert glaubten viele Zoologen, daß die Tiere, von denen diese Schalen stammen, mit Muscheln verwandt seien; sie grenzten sie wegen der auffälligen Unterschiede von den bekannten Bauchfüßern (Schnecken; s. S. 50) und Kopffüßern (s. S. 189) als Armfüßer ab, weil man ihre spiralig gewundenen Fühlerarme für eingerollte Fangwerkzeuge hielt. Die unglückliche Bezeichnung blieb dieser Tierklasse bis heute, obwohl man längst ihre Verwandtschaft zu den Moostierchen und — noch überzeugender — zu den Hufeisenwürmern erkannt hat.

Die gegenwärtig lebenden ARMFÜSSER (Klasse Brachiopoda) sind die letzten Vertreter eines Tierstammes, der einst viel formen- und artenreicher entwickelt war. Wenn die mehr als siebentausend ausgestorbenen Formen auch keine direkten Hinweise auf ihre stammesgeschichtliche Herkunft geben, so bezeugen sie doch das hohe geologische Alter dieser Tiergruppe und deren einstige Formenmannigfaltigkeit. Die geologisch ältesten Reste von Armfüßern (*Lingulella*) werden aus dem jüngeren Präkambrium (vor rund tausend Millionen Jahren) angegeben. Aus dem älteren Erdaltertum ist bereits eine Fülle von schloßlosen und schloßtragenden (s. S. 265) Armfüßern nachgewiesen, die schließlich im Devon (vor 405 bis 345 Millionen Jahren) ihre größte Artenzahl erreichte. Seit der Karbonzeit (vor 345 bis 280 Millionen Jahren) kam es zu einem Rückgang, der nur vorübergehend zur Jurazeit (vor 181 bis 135 Millionen Jahren) durch eine erneute Blüte unterbrochen wurde.

Klasse Armfüßer

Interessant ist, daß einige schloßlose Armfüßergattungen zu den ältesten Tierformen zählen. So lassen sich die Schalenreste der Gattung *Lingula* aus dem Erdaltertum kaum von denen der heute lebenden Tiere unterscheiden. Die Zungenmuschel (*Lingula unguis*) ist ein richtiges »lebendes Fossil«, das die Jahrmillionen nahezu unverändert überdauert hat. Aus der Formenfülle der ausgestorbenen Armfüßer, die im Gegensatz zu den meisten ihrer lebenden Verwandten ausschließlich Bewohner der Flachmeere waren, können nur einige besonders auffällige Vertreter erwähnt werden. Die im jüngeren Erdaltertum weltweit verbreiteten PRODUCTIDEN (Familie Productidae) haben

Riesenformen mit dreißig Zentimeter Schalenbreite entwickelt, so *Productus giganteus* aus dem Karbon. Die Angehörigen dieser Familie besaßen Stacheln zum Festheften.

Bei den zur Devonzeit reich entfalteten und als Leitfossilien wichtigen SPIRIFEREN (Familie Spiriferidae; Gattungen *Spirifer*, *Anthracospirifer*, *Imbrella* und andere) enthält das gerippte und stark quergedehnte Gehäuse ein aus zwei Hohlspiralen bestehendes Armgerüst (helicopegmater Typ). Die RICHTHOFENIEN (Familie Richthofenidae; Gattungen *Richthofenia*, *Prorichthofenia*, *Coscinaria*) aus der Permzeit waren »riff«-bildende Armfüßer (Hippuritentyp) mit einer röhrenförmigen, am Boden feststehenden Stielklappe und einer deckelartigen Armklappe. Bei den OLDHAMINIDEN (Familie Oldhaminidae) aus der Perm-Trias-Zeit (Gattungen *Oldhamina*, *Leptodus*) kommt es zur Zerschlitung der Armklappe durch seitliche Einschnitte und bei einzelnen TEREBRATULIDEN (Familie Terebratulidae; Gattung *Pygope*) aus der Jura- und Kreidezeit zu einer Lochbildung im Mittelpunkt des Gehäuses, die durch das stärkere Randwachstum bedingt ist.

In dem Maße, in dem die meeresbewohnenden Muscheln und Schnecken im Erdmittelalter an Arten und Formenfülle zunahmen, gingen die Armfüßer zurück oder wanderten ähnlich wie andere Tierstämme in die Tiefsee, um dort bis zur Gegenwart zu überleben.

Um die Armfüßer richtig zuordnen zu können, müssen wir zunächst die Unterschiede zu den Muscheln — zu deren Verwandtschaft sie früher fälschlich gerechnet wurden — klar herausstellen. Bei den Muscheln befindet sich das Schloß, also die Verbindung zwischen der rechten und der linken Schale, auf dem Rücken. Die einzig mögliche Symmetrieebene durch den Körper eines Armfüßers macht die beiden auffälligen Schalenklappen zu Rücken- und Bauchschalen, die zumindest bei den Schalenschloß-Armfüßern (Unterklasse Testicardines oder Articulata; s. S. 265) am Hinterende durch Schloßleisten und Schloßgruben eingebunden sind. Außerdem ist die Bauchschale der Armfüßer fast immer stärker ausgebuchtet und ragt mit einem schnabelartigen Fortsatz über den Hinterrand der Rückenschale hinaus; durch ein Loch in diesem Fortsatz tritt ein fleischiger Stiel aus.

Wie in der Einleitung zu den Kranzfühlern bereits ausgeführt, haben alle Vertreter dieses Tierstammes einen gemeinsamen Bauplan. Bei den Armfüßern scheint diesem Bauplan das eigentümliche Schalengehäuse buchstäblich im Wege zu stehen. In Wirklichkeit handelt es sich dabei nur um eine aus dem Untergrund (wie bei den Hufeisenwürmern) beziehungsweise aus dem Kolonieverband (wie bei den Moostierchen) herausgenommene Körperhülse, die an beiden Seiten aufgeschlitzt ist. Sie wurde zu einer dicht verschließbaren, mit Kalk gepanzerten Schutzkapsel, die für die frei in den Wasserraum ragenden Armfüßern zweckmäßig ist. Dieser Bauplan hat sich unverändert während eines sehr langen erdgeschichtlichen Zeitraumes von mindestens fünfhundert Millionen Jahren bewährt.

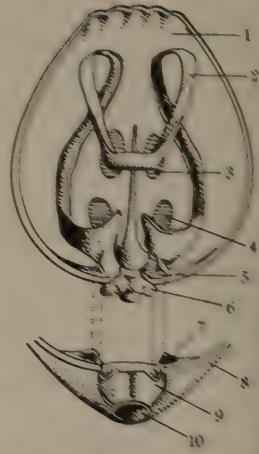
Die beiden Gehäuseklappen werden von mantelartigen Lappen des Hinterleibs (Metasoma) erzeugt. Am Rande dieser Lappen liegt in einer umlaufenden Rinne die Zuwachszone für den Mantel und die Schale. Häufig entstehen hier auch lange, durch Muskeln bewegbare Borsten in tiefen Bildungssäck-

chen. Die Schale selbst ist von einer Haut (Periostracum) überzogen und besteht aus raummäßig annähernd gleichen Mengen von Chitin und Kalk. Ihre Oberfläche ist meist glatt und nur selten wie eine Pilgermuschel vom Schloß ausstrahlend gerippt. Fossil erhaltene Schalen sind oft bestachelt. Die dichtschließenden Schalenränder können auf verschiedenartige Weise eingebuchtet und gewölbt sein; für die Artenbestimmung ist das ein wichtiges Merkmal. Die Farbe der Armfüßerschale bewegt sich in allen Braunschattierungen; manche Arten sind porzellanweiß oder durch Algen grünlich getönt. Wie alle festsitzenden Meerestiere werden auch die Armfüßer von pflanzlichem und tierlichem Aufwuchs bedrängt.

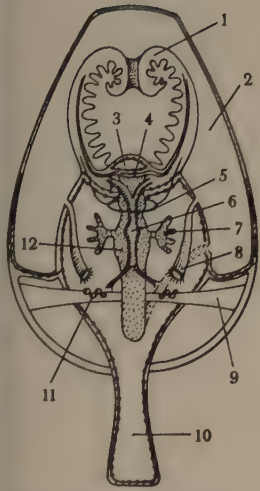
Öffnet man die Schalen mit Gewalt gegen den Zug der beiden Schließmuskeln, so zeigt sich, daß der größte Teil des Innenraums von einer Fühlerkrone eingenommen wird. Sie entspringt einer dünnen, durchscheinenden Scheidewand, die den hinteren Bereich des Schaleninnenraums als Körperhöhle rückenbauchwärts abteilt. Kleine Armfüßer von einem halben Zentimeter Größe kommen mit einer quergestellten, membranartigen Scheibe aus, auf deren Rand die Fühler stehen (trocholopher Typ). Diese Fühlerscheibe ist bei größeren Arten eingeschnitten oder gelappt (schizolopher Typ). Die meisten Armfüßer bilden freilich vom Mantellappen der Rückenschale her ein Paar frei in den vorderen Schalenraum ragende, aus einem skelettversteiften Armgerüst entspringende Arme (Lophophorarme) aus, die sich in der Symmetrieebene (plectolopher Typ) oder senkrecht dazu (spirolopher Typ) spiralg einrollen und an ihrem Außenrand mit Tausenden von Fühlern besetzt sind. Um geschwebehaltiges und sauerstoffreiches Wasser heranzustrudeln, wozu die Fühlerkrone der Kranzfüßer gemeinhin dient, ist eine ausreichende Festigkeit der Lophophorarme erforderlich. Schon bei den urtümlichen Arten der Schloßlosen Armfüßer (s. S. 263) zieht sich ein mächtiger Strang aus knorpelartig elastischem Stützgewebe durch die Arme. Die Schalenschloß-Armfüßer versteifen ihre Fühlerarme auf einfache Weise durch schneeflockenähnliche Kriställchen aus Kalkspat (Calcit), die regellos ins Stützgewebe eingelagert sind, oder – wie bei der Mehrzahl der Arten – durch Kalkspangen, die als unverwesliche Bestandteile des Armfüßerkörpers das zuverlässigste Kennzeichen der einzelnen Arten, besonders der nur noch fossil erhaltenen Formen, darstellen. Diese Kalkstützen werden von zwei Zellschläuchen erzeugt, die vom Gelenkteil der Rückenschale in die beiden Arme einwachsen. Soweit die Armschleifen ohne Skelettachse bleiben, sind sie durch Beuger- und Streckermuskeln bewegungsfähig.

Dicht unterhalb der Haut verläuft in den Fühlerarmen je ein Nervenstrang bis zur Spitze. Er geht von einem ringartigen, bauchwärts verdickten Nervenzentrum aus, das die Speiseröhre umgibt. Die letzte Untersuchung des Nervensystems der Armfüßer aus dem Jahre 1883 erwähnt ein weiteres Nervenpaar für die Arme sowie Nervenzuleitungen zu den Schalenmuskeln.

Zwischen den Ursprungsstellen der beiden Fühlerarme liegt der querschlitzte Mund inmitten einer Rinne, die aus dem hier von beiden Armen ankommenden Fühlerzaun als Unterlippe und aus einer oberlippenartigen Querfalte (dem Epistom der Hufeisenwürmer und Süßwasser-Moostierchen) gebildet wird. Anders als bei Muscheln öffnen kräftige Muskeln, die von der



Die freigelegten Kalkbestandteile eines Schalenschloß-Armfüßers: Am Hinterende der Rückenschale [1] entspringt ein schleifenförmiges, querverbundenes Armgerüstpaar [2]. Die Gelenkköpfe [3] passen in Pfannen [7] der nur teilweise dargestellten Bauchschale [8]. An der Spange [6] setzen Schalenöffnermuskeln an. Die Stielmündung [10] wird durch zwei Platten [9] verengt. Auf die Innenflächen der Schalen prägen sich die Ansatzstellen der Schalenschließ- und -öffnermuskeln als arteigenes Muster ein.



Anatomie (schematisiert) eines Armfüßers mit entfernter Bauchklappe: Körper nach Verlauf der Punkt-Strich-Linien dreigeteilt in einen vorderen Abschnitt (Prosoma), die Oberlippe (3, Epistom), einen Mittelabschnitt (Mesosoma), der die Doppelspirale der Tentakelarme (1) und die zum Wasser offene Mantelhöhle (2) umfaßt, und in einen hinteren Bereich (Metasoma) mit Eingeweideorganen und Festhaltungsstiel (10). Die am Grunde der Tentakeln verlaufende Sammelrinne erweitert sich zum Mund (4), der zum blindgeschlossen, in die rechte Mantelkammer (unterbrochene Linie) oder am Stielloch als After ausmündenden Darmkanal (12) weiterführt. Verdauungssaft liefernde Mitteldarmdrüsen (7); 6 schlauchförmiges, sich an beiden Enden gabelndes Blutgefäßsystem mit Herzsack. Paarige Nierenschläuche (8) strudeln die Geschlechtszellen (11), die an einem Bindegewebsquerband (9) heranreifen, ins Freie. Nervenring (5).

Bauchschale zum Schloßfortsatz der Rückenschale ziehen, das Armfüßergehäuse einen Spalt weit (fünf Millimeter weit bei dem vier Zentimeter langen *Gryphus*); bei manchen kleinen Arten klaffen beide Schalen jedoch bis zu einem Winkel von fünfundvierzig Grad. Durch den Sog der Wimperschläge an den Fühlerflanken strömt das Wasser von beiden Seiten des Gehäuses durch das Fühlergitter in den Schalenhohlraum und am Schalenvorderrand wieder aus. Winzige Planktonlebewesen, vor allem Kieselalgen, werden dabei ausgesiebt und von einer Wimperreihe am Außenrand jedes Fühlers zur Sammelrinne gepeitscht, die aus der über die Arme hinziehenden Querfalte (Epistomlamelle) und dem armwärts verengten Fühlerzaun entstanden ist. Im Darm von *Lingula* fand man neben Kieselalgen auch Panzergeißeltierchen, Kammerlinge, Strahlentierchen, Weichtier- und Seeigellarven, Wurmborsten und Schwammnadeln. Eine Schleimbahn, die durch den Wimperschlag ständig mundwärts getrieben wird, sammelt wie ein Förderband die Nahrungsteilchen. Der Schleimstrom fließt erstaunlich rasch: Bei *Lingula* beträgt die Frachtzeit vom Armende bis zum Mund, bei einer Strecke von 1,4 Zentimeter also, nur fünfundsiebzig Sekunden. Ungenießbares wird durch sofortige Umkehr der zuführenden Wimperströmung über die Fühlerspitzen geschleudert und ausgeschwemmt.

Den mit Nahrungsteilchen angereicherten Schleimstrang nimmt der Mund auf. Bei *Lingula* sammelt sich der im Schlund zerfetzte Schleim im blasig aufgetriebenen Magen. Schlagende Wimpern an der Magenwandung halten den Nahrungsschleim so lange in Drehbewegung, bis vier drüsenartige Aussackungen damit beginnen, sich etwa fünf- bis zehnmal je Minute über Stunden hinweg mit dem Mageninhalt vollzupumpen und ihn wieder auszupressen. Dabei wird die Nahrung in den Wandzellen verdaut und aufgenommen. Unverdauliches wird in Teilen in den Darm gestrudelt, der die Ausscheidungen durch einen After rechts neben dem rechten Fühlerarm abstößt. Bei der ebenfalls schloßlosen *Crania* mündet der After am Hinterende des Körpers. Die afterlosen Schalenschloß-Armfüßer müssen Verdauungsrückstände durch den Mund ausscheiden. Damit sie den Wasserraum rings um die Fühlerkronen nicht verschmutzen, binden sie Nahrungsreste und Abbaustoffe an einen Gallertstrang; er dreht sich ständig im blind endenden Magen, wächst in Richtung Mund zu und wird von Zeit zu Zeit stückweise durch einen Gegenschlag der Wimperbahnen im Magen ausgestoßen.

Es fällt schwer, einen Armfüßerkörper in die drei für Kranzfühler kennzeichnenden Abschnitte zu unterteilen. Die oberlippenartige Querfalte (Epistomlamelle) als rückenwärtige Wand der Nahrungsrinne ist aus dem Vorderkörper (Prosoma) hervorgegangen. Fühlerkrone und Eingeweideorgane sind Bestandteile des Mittelkörpers (Mesosoma), der vom schalenbildenden Hinterkörper (Metasoma) durch meist durchbrochene Scheidewände undeutlich abgeteilt ist. Die Hohlräume der beiden hinteren Körperabschnitte (Coelome) enthalten Leibeshöhlenflüssigkeit, in der nahrungsaufnehmende Wandzellen (Amöbozyten) und Zellen mit rotbraunen Körnchen (Granulozyten) schwimmen. Die Körnchen bestehen aus farblosem, eisenhaltigem Hämererythrin, das sich wie der Blutfarbstoff Hämoglobin der Wirbeltiere mit Sauerstoff belädt und dabei rotbraun verfärbt. Die durch den Wimperschlag

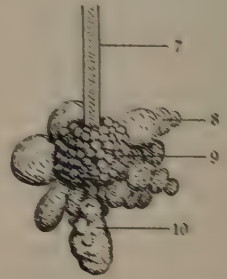
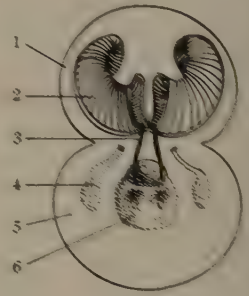
der Wanderzellen fortgesetzt in Umlauf befindliche Leibeshöhlenflüssigkeit dient also der Nähr- und Sauerstoffversorgung der Körperorgane. Sie gelangt durch Kanäle bis zu den Fühlern und in die schalenbildenden Mantellappen. Den Stofftransport unterstützt ein einfaches Blutlückensystem, das im Stützgewebe des ganzen Körpers angelegt ist und im rückenwärts gerichteten Aufhängeband des Darms einen Sammelkanal mit langsam — alle dreißig bis vierzig Sekunden — pulsierenden Aussackungen (Herzen) besitzt.

In jedes der seitwärts ziehenden Haltebänder des Magens ist ein Trichter eingehängt, der sich jeweils als Nierenkanal bis zur Ausmündung an der Rumpfscheidewand unterhalb der Armsatzstellen fortzieht. Spritzt man einem lebenden Armfüßer Karminpulver ein, so strudelt es der Nierentrichter bereits nach einer halben Stunde ein und flimmert es zum Nierenkanal, wo es von Geißelzellen eingeschleimt wird. Nach spätestens fünf Stunden erscheint der rote Schleimstrang an den Nierenausgängen.

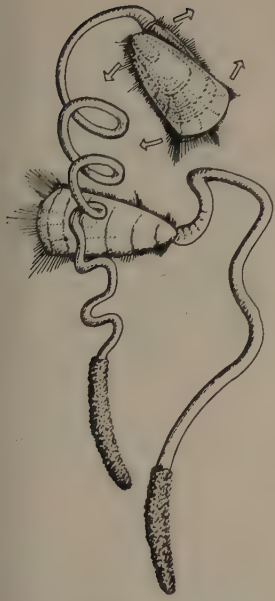
Die Armfüßer sind bis auf wenige Arten getrenntgeschlechtlich. Der einzige Ausweg für die Geschlechtszellen sind die Nierenkanäle. Eier oder Samenzellen bilden sich an den seitwärts ziehenden Haltebändern des Darmes (bei Linguliden; s. S. 265) oder in den Coelomtaschen der Mantellappen; sie fallen, wenn sie reif geworden sind, in die Leibeshöhlenflüssigkeit des Hinterkörpers, aus der sie die Nierentrichter ansaugen. Sind sich Männchen und Weibchen nahe, so werden die Geschlechtszellen durch die Nierenkanälchen geleitet und — zum Beispiel bei *Lingula* — durch die mittlere Borstenreuse des engen Schalenspalts mit heftigem Druck ins freie Wasser gespritzt. Bei *Terebratella inconspicua* werden sie im schützenden Innenraum bei der Fühlerkrone bis zur beginnenden Larvenstufe zurückbehalten. Viele Arten pflegen die Brut, bis die Larven frei schwimmen. *Tegulorhynchia nigricans* bringt ihre achtausend winzigen Eier, die einen Durchmesser von 0,16 Millimeter haben, in den Windungen der beiden senkrecht stehenden Armspiralen wie in einem Bienenkorb unter. Bei *Argyrotheca* (s. S. 265) scheinen die Nierenkanäle von vornherein zu Bruttaschen erweitert. Dort wachsen die Eier an nährstoffgefüllten Zellen fest. *Lacazella* versenkt die beiden ältesten, mundfernsten Fühler mit den Keulenenden, vor denen ein muffartiger Ring aus Eiern aufgeschoben ist, in einer Vertiefung des Bauchmantels.

Die Zeit der Eiablage scheint nach vielen Meldungen in die Sommermonate zu fallen. Manche Arten pflanzen sich zweimal im Jahr fort. Nach sechs Tagen schlüpft aus dem abgelegten Ei der Zungenmuschel (*Lingula*) ein winziger Armfüßer von einem Drittel Millimeter Durchmesser. Fettpapierartige Schalen schützen seinen durchsichtigen, zarten Körper. Sechs Fühler ragen trichterförmig aus dem Schalenspalz; ihr Wimperschlag treibt die Larve durchs Wasser. Bei geringster Störung schließen die Larven der Zungenmuscheln die Schalen. Durch ein Paar Gleichgewichtssinnesorgane können sie sowohl Erschütterungen als auch eine Veränderung ihrer normalen senkrechten Körpereinstellung wahrnehmen; schon mäßiger Seegang läßt sie zu Boden sinken.

Im erwachsenen Zustand bohrt *Lingula unguis* mit Hilfe der Rückenschale und des wurmartigen Stiels Röhren bis zu einer Länge von einem Drittel



Brutpflege bei Schalen-schloß-Armfüßern (*Lacazella*): 1 Rückenschale, 2 Tentakelspirale, 3 Brutpflegentakeln, 4 Nieren und Eierstöcke, 5 Bauchschale, 6 Brutkammer, 7 Endabschnitt eines Brutpflegentakels mit Eierring [9] und heranreifenden Keimlingen [8], 10 keulige Verdickung.



Meter in den Sand und Schlamm der Gezeitenzone. Die Wände sind mit Schleimabsonderungen aus einem Drüsenpolster am Mantelrand getränkt und verfestigt. Der Stiel, mit Längs- und Schrägmuskeln ausgestattet und überraschend beweglich, ist ungefähr sechsmal so lang wie die vier Zentimeter messenden Schalen. Er ist am unteren Ende verdickt, außerordentlich klebrig und deshalb mit einem Klumpen anhaftender Sandkörnchen beschwert und im Untergrund verankert. Der vordere, quer abgestutzte Schalenrand liegt auf gleicher Höhe mit der Sandoberfläche. Drei Borstenreusen stehen aus dem engen Schalenspalt heraus, vergittern die Einsaugöffnung zu beiden Seiten und schützen auch die mittlere Ausströmöffnung vor nachstürzendem Sand, wenn sich das Tier bei einer Bodenerschütterung oder einem vorüberhuschenden Schatten blitzschnell in die Wohnröhre zurückzieht. Braune Farbflächen an den Mantelecken sind anscheinend lichtempfindlich. Der Stiel kann sich verkürzen, strecken und auch spiralig winden; er bringt die durch Sturm oder Ebbe freigelegte Zungenmuschel mit wurmartigen Bewegungen rasch an einen anderen, sicheren Ort.

Die Entwicklung der Schalenschloß-Armfüßer erfolgt anders als bei der Zungenmuschel und ihren schloßlosen Verwandten, die bereits im Ei Armfüßergestalt annehmen. Erst entsteht eine mundlose, also dotterverzehrende echte Larve, die nur Stunden oder wenige Tage mit Hilfe eines Wimpereschopfs umherschwimmt; dann heftet sie sich mit einer Absonderung fest und macht eine einschneidende Verwandlung durch. Zuvor war im Ei die (sekundäre) Leibeshöhle (Coelom) des späteren Hinterleibs entstanden — und zwar auf eine Weise, die die Schalenschloß-Armfüßer an die entscheidende Gabelung des Stammbaums setzt, an der sich sämtliche nachfolgend behandelten Tiergruppen als Neumünder (Deuterostomia; s. S. 270) von den bisher besprochenen Urmündern (Protostomia) sondern. Eine Querfalte schnürt nämlich den Urdarm der Becherlarve (Gastrula) in einen oberen Abschnitt, den späteren Darmkanal, und in eine untere Röhre, die Leibeshöhle (Coelom) ab. Bis der Darm erneut nach unten durchgestoßen ist und damit die Leibeshöhlenröhre in eine linke und rechte Hälfte getrennt hat, bleibt seine Öffnung — der Urmund — zwangsläufig geschlossen. Wieder ahnt man hier die Nähe der Neumünder. Die Leibeshöhle des Mittelkörpers entsteht viel später und auf gleiche Art wie die gesamte Leibeshöhle der Hufeisenwürmer — nämlich durch Hohlraumbildung eingewanderter Einzelzellen des mittleren Keimblatts (Mesenchymzellen), deren Ursprung aus der sekundären Leibeshöhle des Hinterkörpers (dem Metacoel) bei *Lingula* bekannt ist (Abb. S. 264).

Während ihres Planktonlebens hat sich die Larve in drei Körperabschnitte gegliedert, von denen der mittlere als ringförmiger Wulst den Hinterleib umgürtet. Sobald die Larve festsitzt, wird dieser Wulst innerhalb weniger Stunden wie eine Schlauchtülle zum Vorderkörper hin umgerollt. In den nächsten Monaten, wenn sich die Larve immer mehr abflacht und der Vorderkörper fingerhutförmig austreibende Fühler anlegt, scheiden Wulst und Hinterleib die beiden Schalenklappen ab. Die endgültige, für die betreffende Art kennzeichnende Form der Fühlerarme wird über einzelne Zwischenstufen der Vervollkommenheit erlangt, auf denen kleinere Arten mit geringerem

Die Zungenmuschel (*Lingula*), ein schloßloser Armfüßer, benutzt den bis zu 30 cm langen muskulösen Stiel zu wurmartigen Fortbewegungen. Die geringfügig gegeneinander verschiebbaren Schalen (weiße Pfeile) dienen als Grabwerkzeuge.

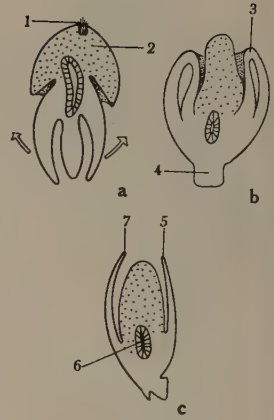
Nahrungsbedarf zeitlebens verharren. Sobald die Fühler bereit sind, Planktonnahrung abzuseihen, bricht die Mundöffnung durch. Sehr spät — bei *Terebratella* erst nach zwei Jahren zur Geschlechtsreife — erhält der Nierenkanal einen Ausgang; seine eigentliche Aufgabe als Geschlechtszellenleiter ist dadurch deutlich erkennbar.

Die Armfüßer leben von der Zone niedrigsten Gezeitenwasserstands an bis zu den Kontinentalabbrüchen im Schelfgebiet aller Meere. Nur die Linguliden (s. S. 265) können den Platz ihrer Erstansiedlung verlassen; alle anderen Arten sind mit ihrem Stiel oder — wenn sie stiellos sind — mit der Bauschale im Sand oder an Felsen festgewachsen. *Clidonophora chuni* »wurzelt« mit zarten Fasern am langen Stiel im Globigerinenschlamm (einer kiesel- und mineralarmen, aber kalkreichen Tiefsee-Ablagerung, benannt nach der Kammerlingsart *Globigerina*; s. Band I) vor den Antillen in Tiefen von zwei- bis dreitausend Meter. Die bestielten Arten halten ihren Körper waagrecht abgewinkelt, wobei die Bauschale nach oben zeigt. Die geringe Ausbreitungsmöglichkeit der Larven während ihrer kurzen Schwimmzeit bringt es mit sich, daß Armfüßer in Gesellschaften gleicher oder verschiedener Arten an einem günstigen Ort zusammensitzen. Auf einem zehntel Quadratmeter fand man zehn Einzeltiere der zungenmuschelähnlichen *Glottidia albida*, die an beiden Küsten Amerikas vorkommt. Bis zu hundert *Hemithyris psittacea* waren im nördlichen Eismeer zu einem Klumpen vereint.

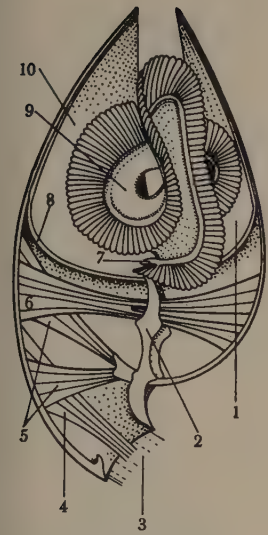
Im Aquarium erweisen sich Armfüßer als widerstandsfähig gegenüber Temperaturschwankungen, grellem Sonnenlicht, Wechsel im Salzgehalt des Wassers und Erschütterungen durch den Transport. *Crania anomala* (s. S. 265), die mit ihrem häufig zu einem dünnen Plättchen rückgebildeten Bauchschild fest an Hartböden und Steinen aufliegt, lebte — anscheinend durchaus normal — vierzehn Monate im Laboratorium.

Es ist nicht leicht, genauere Angaben zur geographischen Verbreitung der Armfüßer zu machen; das liegt an dem Mangel an ausreichenden Fundorten, an der Unsicherheit der Artabgrenzung und an der Veränderlichkeit einzelner Arten infolge von Umwelteinflüssen. Eine Karte aller bekanntgewordenen Fundorte würde uns lediglich darüber unterrichten, welche Gebiete überhaupt auf das Vorkommen von Armfüßern untersucht wurden. Den 260 heute noch lebenden Arten, die in 64 Gattungen zusammengefaßt werden, stehen mehr als siebentausend ausgestorbene Formen gegenüber, die dank ihrer weltweiten Verbreitung und Häufigkeit bestimmte geologische Zeiträume abgrenzen helfen (s. S. 258). Mit dem Auftreten von *Productus giganteus* (s. S. 259) etwa läßt man vor 345 Millionen Jahren die Steinkohlenzeit (Karbon) beginnen. Dieser größte Armfüßer mit einer Schalenbreite von dreißig Zentimeter stammt aus einer Zeit, in der sich die Armfüßer mit den Trilobiten (s. Band I) die Herrschaft über die Meere des Erdalters teilten. Er übertrifft bei weitem die Vertreter unserer heutigen Meere, deren Körpergröße zwischen einem Millimeter und acht Zentimeter liegt.

Es ist einfach, die Armfüßer in einem System unterzubringen. Wir unterteilen sie in zwei stammesgeschichtlich gleichlaufende Unterklassen: Schloßlose Armfüßer und Schalenschloß-Armfüßer.



Entwicklungsschritte einer Armfüßerschwimmlarve zum erwachsenen, festsitzenden Tier: a Schwimmlarve, die den mütterlichen Mantelraum verlassen hat und mit dem Sinnesborstenbüschel (1) voran durch das Wasser treibt. Länge 0,2 mm. b Die Larve hat sich mit ihrem Stiel (4) festgesetzt. Der ringförmige Wulst (3) wurde nach oben umgerollt. c Der Mantelwulst wird an beiden Körperseiten aufgeschlitzt und nimmt Gestalt und Festigkeit der späteren Rücken- (5) und Bauschale (7) an. Der pilzartige Vorderabschnitt (2, punktiert) wird zum Eingeweideraum, in dem nur der Mitteldarm (6) unverändert erhalten bleibt (s. S. 263).



Schematischer Längsschnitt durch einen Schallenschloß-Armfüßer: 10 Bauchschale, 1 Rückenschale, 2 Armgerüst zur Versteifung der Tentakelspiralen (9), 3 Anheftungsstiel mit Kipp- und Drehmuskeln (4), Schalenöffnermuskeln (5), 6 Schalenschließermuskel, der sich zur Rückenschale doppelköpfig verzweigt, 7 Oberlippe als »Überbleibsel« des vorderen Körperabschnitts; zwischen ihr und dem »Tentakelzaun« liegt der Mund. 8 Leibeshaut, welche die offene Mantelkammer (der nicht eingezeichneten Eingeweideorgane) abschließt.

Zu den SCHLOSSLOSEN ARMFÜßERN (Unterklasse Ecardines oder Inarticulata) zählen etwa fünfzig urtümliche, fälschlich als älter angesehene Arten. Ihre beiden Schalen sind mit einer Kruste aus kohlensaurem Kalk versehen und von Quermuskeln verschlossen; die Erhöhung des Binnendrucks im Körper soll die Schalen auseinanderreiben. Die Fühlerarme enthalten keine Skelettachse; der Darm mündet als After aus. Aus der Familie der LINGULIDEN (Lingulidae) sei hier vor allem die ZUNGENMUSCHEL (*Lingula unguis*; Abb. 2, S. 253) genannt. Schalen spatelförmig, grünspanfarben, SchL 3 bis 5 cm; Stiel muskulös, zusammengezogen 6 cm, ausgestreckt bis 30 cm lang. Die Gattung *Lingula* lebt mit geringfügigen Abänderungen seit dem frühesten Erdaltertum in den Weltmeeren; ihre fünfzehn heutigen Arten verkörpern die häufigsten Armfüßer an den Küsten Japans. Dort und in verschiedenen Gegenden der Südsee werden die Zungenmuscheln — besonders ihr Stiel — gegessen. *Crania anomala* aus der Familie der CRANIIDEN (Craniidae) ist mit der Bauchschale am Untergrund festgekittet und daher oft unsymmetrisch geformt. Rückenschale dunkelbraun, mit einem Durchmesser von 1,5 cm. Verbreitet an Felsküsten europäischer Meere in zwanzig bis dreihundert Meter Tiefe.

Mit etwa zweihundert Arten sind die SCHALENSCHLOSS-ARMFÜßER (Unterklasse Testicardines oder Articulata) ungleich artenreicher. Beide Schalen aus Parallelschichten von Chitin und phosphorsaurem Kalk aufgebaut; sind durch ein Scharnier am Hinterende gelenkig verbunden. Vom Bauchschild her setzen Muskeln vor (Schließer) und hinter (Öffner) dem Schloß am Rückenschild an. Darm endet blind. Lophophorarme sind durch ein kalkiges Stützskelett versteift. *Hemithyris psittacea* aus der Familie der RHYNCHONELLIDEN (Rhynchonellidae) hat stark gewölbte, braunviolette Schalen; SchL 3,5 cm. Bauchschale mit langem, stark gekrümmtem Schnabelfortsatz. Zwei senkrecht zur Symmetrieebene stehende (spiroloph) Armspiralen. Zwei Paar Nierenorgane. Vorkommen in der Arktis rund um den Pol in Tiefen von 10 bis 1300 Meter. *Terebratulina retusa* aus der Familie der TEREBRATULIDEN (Terebratulidae; Abb. 1, S. 253) hat ovale, gelbliche bis rostfarbene Schalen, die längsgerippt und mit Papillen durchsetzt sind; SchL 3 cm. Armschleifen gleichlaufend mit der Symmetrieebene (plectoloph). Stiel kurz; lebt auf Steinen an nord-europäischen Küsten. *Argyrotheca cistellula* aus der Familie der TEREBRATULIDEN (Terebratellidae; Abb. 3, S. 253) hat gelbbraune viereckige Bauch- und fünfeckige Rückenschalen; Schalenbreite 1,5 cm; herzförmige (schizoloph) Armbögen. Zwitter; Stiel winzig; lebt an Steinunterseiten in Blockfeldern europäischer Küsten von zwei bis sechzig Meter Tiefe.

Neuntes Kapitel

Die Pfeilwürmer

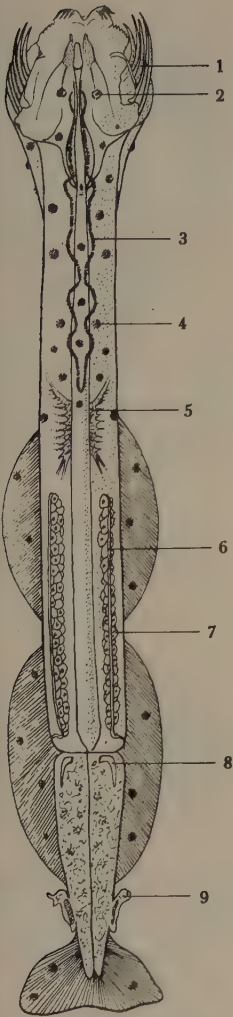
Sogar den Fachleuten bereiten die PFEILWÜRMER oder BORSTENKIEFER (Stamm Chaetognatha, auch Homalopterygia genannt) besonders viel Kopfzerbrechen, da wir hier eine stammesgeschichtlich weitgehend isoliert dastehende Tiergruppe vor uns haben; ihre Formenmannigfaltigkeit erreicht gerade den Rang von Familien, wenn sie auch neuerdings in zwei Ordnungen gruppiert sind. Infolge der außerordentlich einheitlichen Anpassung in Körperbau und Lebensweise an das offene Meer verraten sie kaum engere Verbindungen zu anderen Tiergruppen. Da die Urmundgegend des Keimes zum Körperende der heranwachsenden Tiere wird, hat man daraus auf eine Verwandtschaft mit den Neumundtieren (Deuterostomiern; s. S. 270) geschlossen. Demgegenüber zeigen die Pfeilwürmer aber in der Keimesentwicklung Beziehungen zu den Armfüßern (Brachiopoden; s. S. 258), in der zweiteilig angelegten sekundären Leibeshöhle finden wir Hinweise in gleicher Richtung (allgemein zu den Kranzfühlern), und besonders im paarig ausgebildeten Nervensystem mit dem bauchwärts gelegenen Verlauf der Längsstränge und dem jochförmigen Hauptteil über dem Schlund ergibt sich eine Zuordnungsmöglichkeit zu den Bauchmarktieren (Gastroneuralia oder Zygoneura; s. Band I). Nach alledem sind die Pfeilwürmer daher — entgegen der meist vertretenen, schwach begründeten Auffassung von einer Neumundtier-Zuordnung — den übrigen Bauchmarktieren und im besonderen wohl den Kranzfühlern oder Lophophoraten (s. S. 226) anzuschließen.

Die Pfeilwürmer sind zweiseitig-symmetrisch gebaute Bauchmarktiere mit weitgehend durchsichtigem, pfeilförmigem Körper, der sich deutlich in Kopf, Rumpf und Schwanz unterteilen läßt. GL 3–100 mm; Kopf mit Fanghaken und Augen; Rumpf und Schwanzabschnitt mit Flossenbildung an den Seiten und am Ende; hügelartige Tastorgane am Körper, dessen mit dünner Kutikula versehene Deckschicht (Epithel) stellenweise — so in der Halsgegend — mehrschichtig ist. Sekundäre Leibeshöhle (Coelom) ursprünglich zweiteilig, bei Erwachsenen dreiteilig mit fünf Räumen. Körpermuskulatur quergestreift, nur aus Längsfasern bestehend. Besondere Kreislauf-, Nieren- und Atmungsorgane fehlen. Verdauungsgang einfach und gerade, mit Ausmündung bauchwärts am Rumpfende.

Nervensystem: unpaarer Oberschlundnervenknoten (Cerebralganglion) mit paarigen Nervensträngen zu den Augen, zur Wimperschleife (Corona ciliata) und absteigend zu den Unterschlundganglien und zum Ventralganglion im

Stamm
Pfeilwürmer
von L. v. Salvini-Plawen

Zoologische
Stichworte



Anatomie der Pfeilwürmer (*Sagitta bipunctata*): 1 Fanghaken, 2 Auge, 3 Wimperschleife, 4 Tastorgan, 5 Bauchnervenmasse (Ventralganglion), 6 Samentasche (Receptaculum seminis), 7 Eierstock (Ovar), 8 Hoden, 9 Samenblase.

Rumpf; Unterschlundganglion mit je einer seitlichen und einer bauchwärts gelegenen, hinter dem Kopf zu einem unpaaren Strang verschmelzenden Bahn entlang des Vorderdarmes; Bauchnervenknoten (Ventralganglion) mit paarigem Strang leitet als verdichtetes Nervenetz (Plexus) in die hintere Rumpfggend und in den Schwanzabschnitt.

Pfeilwürmer sind Zwitter; Keimdrüsen paarig, Eierstöcke vor Hoden hinter der Scheidewand von Rumpf und Schwanz (Genitalseptum), die erst mit der Keimdrüsenausbildung angelegt wird. Samenblase (für Fremdsamen) und Samenbehälter (für Eigensamen) vorhanden. Nach gegenseitiger Begattung Freiwerden der befruchteten Eier und Entwicklung ohne Larvenstadien zu Jungtieren. Rein meeresbewohnende, formenarme Gruppe mit überwiegend freischwimmender Lebensweise.

Einzige Klasse: PFEILWÜRMER (Sagittoidea) mit zwei Ordnungen: 1. Phragmophora mit zwei Familien, 2. Aphragmophora mit drei Familien. Insgesamt ungefähr sechzig Arten.

Sehen wir uns diese Pfeilwürmer an, so finden wir ziemlich gleichförmige Tiere mit mehr oder minder abgesetztem Kopf und einem sich verjüngenden Schwanzabschnitt. An Besonderheiten fallen uns bei diesem Anblick sofort die kräftigen Greifhaken auf, die den räuberischen Tieren als Fangapparate dienen (s. Abb. S. 268), aber auch die seitlichen und am Körperende gelegenen Flossenbildungen; zusammen mit einer Wimperschleife im Nacken, einem Sinnesorgan, bilden sie Merkmale, welche die Bestimmung der betreffenden Art erleichtern.

Die verschiedenen Flossenbildungen sind durch Strahlen der Deckschicht-Kutikula weitgehend versteift und waagrecht gehalten; sie dienen als hervorragende Gleichgewichtseinrichtungen (Stabilisatoren) des Körpers, der dadurch bei ruhiger Haltung nur langsam absinkt. Durch den hohen Wassergehalt und durch die Starrheit der Tiere wird diese Anpassung noch zusätzlich erhöht.

Eine weitere Anpassung ist der glasige, durchsichtig-ungefärbte Körper der meisten Pfeilwürmer. Nur manche Arten aus tieferen Wasserschichten, wie beispielsweise *Eukrohnia fowleri* oder *Caecosagitta macrocephala* (Abb. 4, S. 271) in den Tropen, sind wie eine Reihe von Tiefseetieren mit roten Farbtönen versehen; dadurch entsprechen sie ebenfalls farblich der lichtverschluckenden Tiefseennacht.

Auch in ihrer Lebensweise zeigen sich die Pfeilwürmer recht einförmig. Mit Ausnahme der *Spadella*-Arten gehören sie zu den Planktontieren, die ihr ganzes Leben lang — das ein bis zwei Jahre dauert — frei schwimmen oder schweben und so niemals mit dem Grund in Berührung kommen. Ihre Verbreitung wird je nach Art vorwiegend von der Temperatur und vom Salzgehalt beeinflusst.

Der Artenreichtum sammelt sich vornehmlich in den warmen Zonen des Indischen und Stillen Ozeans; immerhin sind die Pfeilwürmer mit etwa zwanzig Arten im europäischen Bereich heimisch. Unter ihnen treffen wir *Flaccisagitta enflata* (Abb. 2, S. 271) und *Spadella cephaloptera* im Mittelmeer, *Sagitta bipunctata* (Abb. 1, S. 271), *Sagitta setosa* und die allgemein den Nordatlantik bewohnende *Parasagitta elegans* in den west- und nordeuropäischen

Meeresteilen als häufige Vertreter an. Die Pfeilwürmer sind besonders in denjenigen Wasserschichten zu finden, die ihnen genügend natürliche Nahrung bieten, also keineswegs nur im Gebiet der Meeresoberfläche. Die fast über alle Weltmeere verbreitete *Eukrohnia hamata* (Abb. 6, S. 271) lebt ähnlich wie *Eukrohnia fowleri* und *Caecosagitta macrocephala* vorwiegend in größeren Tiefen bis zu dreitausend Meter, wo sie sogar richtige Schwärme bildet. Allerdings handelt es sich bei dieser Art um einen ausgesprochenen Kaltwasserbewohner; sie lebt in den Polarmeeren daher auch nahe der Oberfläche. *Pterosagitta draco* (Abb. 3, S. 271) hinwiederum kommt aus Gründen des Salzgehalts zum Beispiel nur ab der Südadria vor.

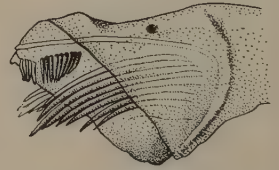
Neben solchen geographisch unterschiedlichen, von Temperatur und Salzgehalt abhängigen Lebensräumen in verschiedenen Tiefen sind auch Wanderungen festgestellt worden. So finden sich die Jungtiere der in den südpolaren Meeren beheimateten *Flaccisagitta gazellae* in fünfzig bis hundert Meter tiefen Schichten; im Laufe der Reifung wandern sie ab, so daß geschlechtsreife Tiere erst ab 750 Meter anzutreffen sind, die großen Erwachsenen bis zu einer Länge von sieben Zentimeter aber nur unter tausend und bis dreitausend Meter Tiefe. Ähnliche Verhältnisse finden wir auch bei *Mesosagitta decipiens* aus dem Mittelmeer.

Andere Pfeilwürmer unternehmen senkrechte Tageswanderungen; tagsüber weichen sie wohl den sich erwärmenden Oberflächenschichten aus und kommen nachts wieder herauf. Solche Rhythmen umfassen allerdings nur Unterschiede von hundert bis hundertfünfzig Meter.

Neben diesen kennzeichnenden Hochseeformen gibt es nur wenige Arten mit Bindung an einen Untergrund. Unter ihnen ist *Spadella cephaloptera* aus dem Mittelmeer und dem nordwestlichen Atlantik eine der bekanntesten, da sie sich auch in Aquarien hält. Dieser kaum einen Zentimeter große und trüb bräunlichgelb gefärbte Pfeilwurm heftet sich schon in geringer Tiefe in Seegraswiesen an Algen, Steinen oder ähnlichen Unterlagen fest. Das Festheften erfolgt mit Hilfe von besonderen Klebwarzen (Klebpapillen) an der Unterseite des Schwanzabschnittes; bei den Jungtieren sind sie sogar auf der gesamten Bauchseite ausgebildet. Nur zum Platzwechsel scheinen sich die Tiere für kurze Zeit frei zu bewegen; denn auch für den Beutefang bleiben sie an der Unterlage festgeheftet. Als Nahrung dienen ihnen besonders kleine Krebse; die frei schwimmenden Pfeilwürmer verzehren aber auch andere Lebewesen des Planktons. Sogar »Kannibalismus« ist nicht selten. Das Ergreifen der Nahrung erfolgt durch ein plötzliches Vorwärtsschnellen des etwas nach oben geknickten Körpers. Gleichzeitig greifen die großen Fanghaken zu; die von der sogenannten »Kopfkappe« fast völlig verdeckten Haken werden in Sekundenschnelle durch Zurückziehen dieser Falte weit ausgespreizt und beim Zupacken gegeneinander nach innen geschlagen, so daß die Beute wie von zahlreichen Dolchen eingeklemmt ist. Die eingeschlagenen Haken führen zudem echte mundwärts gerichtete Stopfbewegungen aus. Ein Entkommen oder Zurückgleiten der Beute wird aber nicht nur durch sie verhindert, sondern auch durch die trichterartig nach hinten stehenden Zähne nahe der Mundbucht. Außerdem scheint eine Absonderung von der Wandung der Mundbucht die Bewegungen des Opfers zu lähmen. Die Pfeilwürmer selbst bilden hinwieder-



Sagitta bipunctata: Kopf mit teilweise gespreizten Fanghaken und halb zurückgezogener Kopfkappe (s. S. 267).



Sagitta setosa: Fanghaken in Ruhestellung, von der Kopfkappe teilweise bedeckt (s. S. 267).

Fortpflanzung

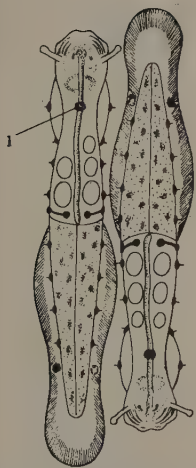
um mit ihrer großen Kopffzahl im Plankton eine wichtige Nahrung der Wale, Fische, Quallen und anderer Planktonesser der Hochsee.

In ihrem Lebensrhythmus mit Wachstum, Reifung und Eiablage verhalten sich die Pfeilwürmer mitunter recht verschieden; hierbei scheint wiederum die Temperatur eine große Rolle zu spielen. Während sich *Flaccisagitta gazellae* als Kaltwasserform nur einmal jährlich fortpflanzt, finden wir bei der weltweit verbreiteten Art *Flaccisagitta enflata* der wärmeren Meere zwei und mehr Fortpflanzungszeiten. Das trifft auch für die Vertreter der Gattung *Spadella* zu, obwohl in diesem Falle auch noch andere Umstände mitspielen. E. Ghirardelli berichtet hierüber:

»Mit Sicherheit besteht bei *Spadella*, die in *Posidonia*-Wiesen lebt, eine Beziehung zwischen Wachstum, Eizahl und Umweltbedingungen. Im Frühjahr, wenn sich diese Bedingungen verbessern, scheint als Folge ein schnelleres Wachstum der Bevölkerung und eine größere Erzeugung von Eiern einzutreten, was schnell zu einer Wiederbesiedelung der im Winter fehlenden *Posidonia*-Wiesen führt.« Außerdem scheinen die im Herbst oder Spätsommer geborenen Tiere den Winter zu überleben.

Wie schon erwähnt, sind alle Pfeilwürmer Zwitter, also zweigeschlechtlich; die Reifung der männlichen Keimdrüsen tritt bei ihnen früher ein als die der weiblichen Drüsen (Protandrie). Nicht selten vermehren sie sich durch Selbstbefruchtung; die gegenseitige Begattung konnte bisher nur bei einigen Arten beobachtet werden, wenn sie auch wohl vorherrschen dürfte. E. Ghirardelli schreibt über die Paarung von *Spadella cephaloptera*:

»Vor der Paarung nähern sich zwei Tiere und berühren einander wiederholt mit ihren Köpfen, Nacken und vielleicht den Wimperschleifen; die Bewegungen sind hierbei so schnell, daß es oft unmöglich ist, ihrem Verlauf genau zu folgen. Dann nehmen die beiden Tiere eine Stellung ein, bei der die Köpfe entgegengerichtet sind und die Körper sich weitgehend berühren. Unmittelbar danach vollführen sie eine scherenartige Bewegung, die mehrere Male wiederholt wird; danach überkreuzt sich die Nackengegend und die vordere Rumpfgegend des einen Tieres mit dem Schwanzabschnitt des anderen. Nach dieser Reihe von sehr schnellen Bewegungen, die sogar weniger als eine Sekunde dauern können, hat jedes Tier eine seiner Samenblasen entleert, und zwar diejenige, die dem Partner zugekehrt war. Der Inhalt der Blase erscheint am Nacken jedes der beiden Tiere als Samenballen; seine Ausmaße entsprechen denjenigen der Samenblase. Die Samenballen werden hierbei stets in der Mittellinie des Rückens direkt hinter der Wimperschlinge abgelegt. Beide Tiere bleiben weiterhin in Berührung, bis der zweite Samenballen am Kopf des Partners abgesetzt worden ist. Einige Sekunden nach diesem Ablegen der Samenballen scheinen deren hintere Abschnitte zu schmelzen — und zwar in Richtung zum Schwanz; sie formen so einen Strom von Samenzellen, der zum Schwanzabschnitt leitet. Wenn der Strom eine gewisse Nähe zum Schwanzabschnitt erreicht hat, gabelt er sich, und jeder der beiden Äste führt zur Öffnung der Samentasche, in die er eindringt. Nicht mehr als zwei oder vier Minuten sind seit dem Beginn der Samenwanderung verflossen. Das Eindringen aller Samenzellen durch die Öffnung der Samentasche beansprucht hingegen eine etwas längere Zeit; und



Spadella cephaloptera in Paarungsstellung, 1 Samenballen.

wenn eine Paarung zwischen zwei Tieren mit schon mehr oder weniger vollen Samentaschen stattfindet, so kann es sogar zwanzig Minuten dauern, bis alle Samen in sie eindringen können.«

Wenn man nun im Versuch die Samenballen an anderen Körpergegenden absetzt, findet nur selten eine normale Samenwanderung statt, wobei ein Teil des Samens vielleicht die Öffnungen der Samentaschen erreicht. Doch der Großteil gelangt meist an den Körpertrand, wonach die Samen gewöhnlich vom Körper abfallen. Ähnliche Erscheinungen treten auch bei verletzten oder kranken Tieren auf; deshalb stellt diese hochspezialisierte »Samenwanderung« einen gewissen Schutz der Art dar, indem sie zur gesunden Vererbung beiträgt. Die befruchteten Eier werden schließlich ins Wasser abgegeben. Dort schweben sie einzeln oder in einer gelatineartigen Masse verpackt nahe der Oberfläche. Nur die bodenbewohnenden *Spadella*-Arten heften ihre Eier in Büscheln an Gegenständen ihrer Umgebung fest.

Neben der schon erwähnten abweichenden Lebensweise zeigt *Spadella cephaloptera* auch einige anatomische Besonderheiten; unter ihnen muß der Bau der sogenannten »Wimperschleife« (*Corona ciliata*) hervorgehoben werden. Diese Wimperschleife, ein für die Pfeilwürmer sehr kennzeichnendes Organ, besteht rein äußerlich — wie schon der Name sagt — aus einer verschieden geformten Schleife von Wimperzellen, die eine bestimmte Fläche im Nacken der Tiere einsäumen. Der Umriß der Wimperschleife wechselt von Art zu Art, unterliegt aber manchmal auch innerhalb derselben Art beträchtlichen Abweichungen, zum Beispiel bei *Flaccisagitta enflata*. Ihre Entstehung als reines Hautorgan hängt unmittelbar mit dem großen bauchwärts gelegenen Nervenknotten zusammen; dementsprechend dient es auch als Sinnesorgan. Bei der bodenbewohnenden *Spadella* tritt nun innerhalb dieser querovalen Schleife ein zweiter Ring von Drüsenzellen hinzu, deren Aufgabe die Absonderung von Sekreten sein dürfte; dieser zweite Ring wurde bisher bei keiner weiteren Art nachgewiesen.

Schließlich besitzt *Spadella* als einziger Pfeilwurm auch ein Paar ungegliederter Fühlfäden (Tentakel) am Kopf und außerdem nur ein Paar großer Seitenflossen am Körper. Beides erinnert stark an *Amiskwia sagittiformis*, eine fossile Art aus dem mittleren Kambrium Kanadas (vor etwa 500 Millionen Jahren), welche die gleichen Merkmale aufweist. *Amiskwia* hat allerdings einen bis zum Körperende durchgehenden Darm und wird daher von einigen Forschern als tiefseebewohnender Schnurwurm (Ordnung Nemertini; s. Band I) angesehen. Doch gerade dieser durchgehende Darm könnte ein Beleg dafür sein, daß die Ausprägung des Schwanzes durch Vorverlegen des Afters und durch Bildung des sogenannten »Genitalseptums« (der mit der Keimdrüsenbildung entwickelten Scheidewand zwischen Rumpf und Schwanz) eine stammesgeschichtlich erst spät erworbene Spezialisierung darstellt. Solange hier jedoch keine weiteren Befunde und Untersuchungen vorliegen, kann die Frage nicht endgültig entschieden werden.

Die Gruppe der Pfeilwürmer zeigt daher nicht nur in ihrem vergleichenden Aufbau, sondern ebenfalls bezüglich ihrer zeitlichen Entstehung eine noch weitgehend isolierte Stellung. So bleiben zahlreiche Zusammenhänge im dun-

Pfeilwürmer:

1. *Sagitta bipunctata*
(s. S. 267)
2. *Flaccisagitta enflata*
(s. S. 267)
3. *Pterosagitta draco*
(s. S. 268)
4. *Caecosagitta macrocephala* (s. S. 267)
5. *Solidosagitta planctonis*
6. *Eukrohnia hamata*
(s. S. 267)

Fossile Pfeilwürmer (?)

Neumünder



1



2



3



4



5



6



Larvenstadien der Stachelhäuter:

1. Auricularialarve einer Seewalze (s. S. 320)
2. Brachiolarialarve eines Seesternes (s. S. 377)
3. Ophiopluteuslarve eines Schlangensterne (s. S. 400)
4. Bipinnarialarve eines Seesternes (s. S. 377)
5. Echinopluteuslarve eines Seeigels (s. S. 344)

keln, wie ja die Pfeilwürmer auch noch in manch anderer Hinsicht ungeklärte Probleme aufwerfen.

Die bisher behandelten vielzelligen Tiere sind aufgrund der Mundbildung als »Urmünder« (Protostomia; s. Band I) oder in bezug auf die Ausbildung des Hauptnervensystems als Bauchmarktiere (Gastroneuralia) beziehungsweise als »Jochnerventiere« (Zygoneura) zusammengefaßt. Alle nun folgenden Tierstämme zählt man infolge der Entstehung des Mundes dagegen zu den »Neumündern« (Deuterostomia; s. Band I). Außer ihrer Mundbildung ist ihnen die Entstehung der Leibeshöhlenwandung aus der Darmwandung gemein. Berechtigen uns diese Entwicklungsmerkmale, so verschiedene Lebewesen wie einen Eichelwurm, einen Seestern, eine Seescheide und ein Wirbeltier in eine gemeinsame Verwandtschaftsgruppe zu vereinigen? Die hochempfindlichen Prüfverfahren der neuzeitlichen Eiweißchemie haben die Schlüsse der Entwicklungsforscher bestätigt: Sie ergaben, daß das Eiweiß aller untersuchten Neumünder untereinander verwandt ist und daß diese Verwandtschaft zwischen ihnen und den untersuchten Urmündern fehlt. Wir dürfen also in den Neumündern trotz der Mannigfaltigkeit ihrer äußeren Erscheinung eine echte verwandtschaftliche Einheit sehen. Nur die bisher meist ebenfalls bei den Neumündern eingereihten Pfeilwürmer (s. S. 266) gingen in der Stammesgeschichte so eigene Wege, daß ihnen W. N. Beklemischew in seinem vergleichend-anatomischen Werk neben den Urmündern und den Neumündern sogar eine eigene Unterabteilung einräumt.

Zehntes Kapitel

Die Stachelhäuter

Zumindest eine Erscheinungsform der STACHELHÄUTER (Stamm Echinodermata) ist wohl den meisten Menschen bekannt, wenn vielleicht auch nur als Erinnerung an sonnige Urlaubstage am Meeresstrand — der Seestern. An den Felsklippen können wir eine weniger erfreuliche und vielleicht sogar sehr schmerzhaft Begegnung mit einem anderen Formtyp erleben — mit dem Seeigel. Hier wird uns spürbar klar, aus welchem Grunde dieser ganze Tierstamm den Namen »Stachelhäuter« trägt.

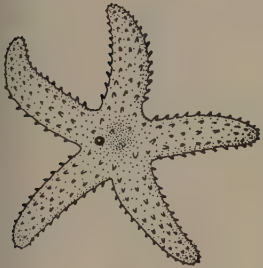
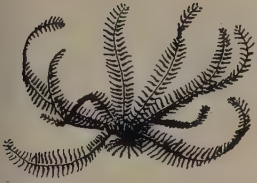
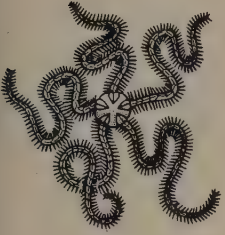
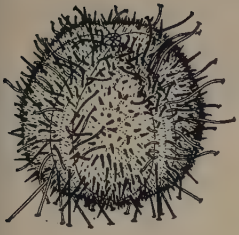
Mit diesen beiden Lebewesen kennen wir bereits die zwei Gestalttypen, in denen die Stachelhäuter in Erscheinung treten: die Sternform, die außer den Seesternen auch noch die Haarsterne und Schlangensterne aufweisen, und die geschlossene, kugelige oder walzenförmige Gestalt, wie sie die Seeigel und Seewalzen besitzen. Diese fünf Tiergruppen bilden gemeinsam den Stamm der Stachelhäuter.

Vergleicht man das Aussehen der Stachelhäuter mit dem anderer Tiere, so stellt man sofort fest, daß es höchst ungewöhnlich und sogar fremdartig ist. Betrachten wir einen Seestern oder einen Seeigel, dann können wir zwar angeben, wo oben und unten, nicht aber, wo vorn und hinten ist — eine Frage, die uns bei den meisten anderen Tieren kaum in Verlegenheit bringt. »Vorn« liegt ja im allgemeinen jener Körperteil, der bei der Fortbewegung vorangeht; aber dieser Gedanke hilft uns hier nicht weiter, weil wir feststellen müssen, daß ein Seestern oder ein Seeigel mit jeder seiner Körperseiten vorangehen kann. Wir erinnern uns, daß sich bei frei beweglichen Tieren gewöhnlich der Mund vorn und der After hinten befindet und daß die Verbindungslinie beider die Hauptachse des Körpers bildet, entlang der die Körperseiten symmetrisch zueinander angeordnet sind. Wenn wir aber bei den Stachelhäutern den Mund und den After suchen, um endlich feste Orientierungspunkte zu gewinnen, dann entdecken wir, daß sich der Mund in der Mitte der Körperunterseite und der After in der Mitte der Oberseite befindet. Die gerade Verbindungslinie zwischen beiden — also die Hauptachse des Körpers — steht senkrecht zum Untergrund, auf dem der Seestern oder der Seeigel liegt, und ist meist sehr kurz. Eine Ausnahme hiervon machen nur die Seewalzen: Ihre lange Körperhauptachse läuft parallel zum Untergrund; bei ihnen ist die Mundebene demnach nicht gleichzeitig Körperunterseite wie bei den Seesternen, Seeigeln und Schlangensternen. Sie machen vielmehr eine ihrer Körperseiten zur Unterseite. Das Körperende, an

Stamm
Stachelhäuter
von H. Fechter



Symmetrieebenen eines Seesternes.



dem sich der Mund befindet, geht bei der Fortbewegung der Seewalzen voran; in dieser Hinsicht und in ihrer langgestreckten, wurmförmigen Gestalt gleichen sie vielen anderen wirbellosen Tieren und scheinen demnach eigentlich nicht zu den Stachelhäutern zu gehören. Warum sie dennoch zu dieser Gruppe gestellt werden, verdeutlichen die Symmetrieverhältnisse im Körperbau der Stachelhäuter.

Durch den Körper fast aller Tiere läßt sich eine Schnittebene legen, in der sich die Hauptachse erstreckt und zu der die beiden durch den Schnitt entstehenden Körperhälften spiegelbildlich (symmetrisch) sind. Versucht man das gleiche etwa bei einem Seestern, so stellt man fest, daß hier fünf solche Schnittführungen denkbar sind, von denen jede einzelne eine symmetrische Teilung zur Folge hat. Die Symmetrieebenen schneiden sich alle entlang einer Geraden, nämlich der Körperhauptachse. Man kann auch sagen, daß sie von der Hauptachse abgehen wie die Radien vom Kreismittelpunkt; diese Art von Symmetrie nennt man daher Radiärsymmetrie. Im Tierreich gibt es nur noch einen weiteren Stamm, dessen Angehörige radiär-symmetrisch gebaut sind: die Hohltiere.

Der Bauplan der Stachelhäuter zeigt, wie wir uns am Beispiel des Seesterns klargemacht haben, fünf derartige Radien; und es ist ein kennzeichnendes Merkmal der Stachelhäuter, daß sie fünfstrahlig-radiärsymmetrisch sind. Die Fünfstrahligkeit bezieht sich nicht etwa nur auf die äußere Form wie im Falle des Seesterns; sie tritt auch in der Anordnung der inneren Organe auf, von denen alle wichtigen in fünffacher Ausführung vorhanden sind. Dadurch werden auch jene Tiere als Stachelhäuter gekennzeichnet, die auf den ersten Blick nicht danach aussehen — zum Beispiel die Seewalzen.

Schauen wir uns den Aufbau eines Stachelhäuters von außen nach innen an, so stoßen wir zunächst auf die Körperwand. Sie besteht aus je einer äußeren, mittleren und inneren Gewebeschicht. Die äußere Schicht wird »Haut« genannt; sie ist sehr zart und nur aus einer Lage von Zellen gebildet, welche die gesamte äußere Oberfläche einschließlich aller Fortsätze und Anhänge bekleidet. Die mittlere Schicht, aus Bindegewebe aufgebaut, ist dagegen vergleichsweise sehr dick. Sie enthält das Skelettsystem, das den Körper stützt und formt. Die innere Schicht ist ebenso dünn wie die äußere und besteht gleichfalls aus einer einzigen Lage von Zellen. Sie kleidet die gesamte Leibeshöhle aus und überzieht alle inneren Organe; man bezeichnet sie gewöhnlich als »Bauchfell«.

Das Skelettsystem in der mittleren Schicht kann aus eng zusammengefügtten Platten bestehen, die eine Schale oder ein Gehäuse bilden wie bei den Haarsternen und Seeigeln; es kann aber auch aus getrennten, gegeneinander beweglichen Stücken aufgebaut sein wie bei den Seesternen, Schlangensterne und den Armgliedern der Haarsterne. Das Skelett besteht aus Kalzit, einer besonderen Form von Kalk. Er wird dem umgebenden Meerwasser entzogen und in der Bindegewebsschicht abgelagert.

Die Skeletteile erinnern in ihrem Aufbau an Schaumstoff: Ein Maschenwerk aus winzigen Kalkbälkchen bildet Hohlräume, die unzählige Bindegewebszellen füllen; an den Oberflächen und am Rande der Stützelemente scheiden die Zellen weiterhin Skelettsubstanz ab und bewirken so deren

Von oben nach unten: Seeigel, Schlangestern, Haarstern, Seestern, Seewalze.

Wachstum. Bei den Seewalzen sind die Skelettelemente in der häufig lederartig zähen Bindegewebsschicht eingelagert und mikroskopisch klein.

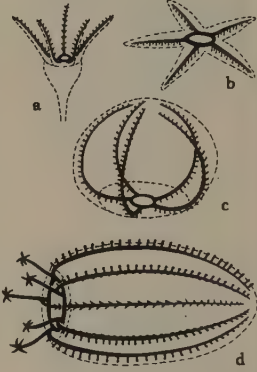
Die äußeren Anhänge der Körperwand werden gewöhnlich gleichfalls von Skelettstücken gestützt oder bestehen sogar zum größten Teil aus Skelettmaterial, so die Stacheln, Warzen und Höcker, die aber stets noch von der dünnen Haut bedeckt sind. Unter der Bindegewebsschicht verlaufen Muskeln, die besonders bei den Seewalzen und bei manchen Seeigeln zu kräftigen Muskelsträngen entwickelt sind. Fast alle Zellen der äußeren Körperwandsschicht, der Haut, und der inneren Schicht, des Bauchfells, haben Geißeln; durch ihren Schlag wird die Körperoberfläche saubergehalten beziehungsweise die Leibeshöhlenflüssigkeit bewegt.

Außer den Stacheln und Höckern finden wir bei jedem Stachelhäuter als äußere Anhänge der Körperwand noch fünf Doppelreihen häutiger, schlauchförmiger Fortsätze. Bei den Seeigeln, den meisten Seesternen und vielen Seewalzen weisen sie an der Spitze einen Saugnapf auf; bei den Schlangensterne enden sie einfach, bei den Haarsternen verzweigen sie sich oft lappig. Die sternförmigen Stachelhäuter haben diese Hautschläuche auf der Mundseite der Arme (Radien), wo sie in einer mehr oder weniger tief eingekerbten Furche stehen; bei den kugeligen Seeigeln und den zylindrischen Seewalzen stehen die Schläuche in fünf Meridianen, die in gleichen Abständen voneinander vom Afterpol zum Mundpol verlaufen. Seesterne und Seeigel bewegen sich mit Hilfe dieser Anhänge fort; man bezeichnet die Schläuche daher als »Füßchen«. So ein Füßchen ist aus Hautbindegewebe und Längsmuskeln gebildet. In sein Inneres ragt aus der Leibeshöhle durch eine kleine Öffnung im Skelett beziehungsweise im Bindegewebe ein blind endender Schlauch. Alle diese Schläuche zweigen im Körperinnern von einem System flüssigkeitserfüllter Kanäle ab, das man Wassergefäßsystem (Ambulacralsystem) nennt.

Dieses Wassergefäßsystem unterscheidet die Stachelhäuter von allen anderen Tieren und kennzeichnet sie am besten. In seiner Anordnung tritt wiederum — und wohl am deutlichsten — der fünfstrahlig-radiärsymmetrische Bau dieser Tiergruppe zutage. Von einem um die Speiseröhre geschlungenen Ringkanal geht in jedem der fünf Radien ein sogenannter Radialkanal ab. Er reicht von der Mundgegend bis zu den Armspitzen der sternförmigen Stachelhäuter beziehungsweise bis zur Aftergegend der kugeligen und walzenförmigen Arten. Bei den Haarsternen und Seesternen verlaufen die Radialkanäle außerhalb des Skelettmantels, bei den übrigen Stachelhäutern auf dessen Innenseite. Von den fünf Radialkanälen zweigen an beiden Seiten Kanäle ab, die zu den in einer Doppelreihe stehenden Füßchen führen. Aus dem Ringkanal entspringt zwischen den Radien noch ein einzelnes Gefäß, das zur Oberseite des Körpers aufsteigt und dort gewöhnlich durch eine Siebplatte nach außen mündet. Da die Wände dieses Gefäßes häufig etwas verkalkt sind, nennt man es Steinkanal. Bei den Schlangensteinern mündet der Steinkanal auf der Mundseite, bei den Seewalzen und Haarsternen in die Leibeshöhle.

Das Innere des Körpers nimmt eine oft weiträumige Leibeshöhle ein; sie ist je nach dem Gestalttyp sternförmig verzweigt, kugelig oder zylindrisch.

Körperanhänge



Verlauf des Wassergefäßsystems bei den Seelilien und Haarsternen (a), den Seesternen (b), Seeigeln (c) und Seewalzen (d).

Das Wassergefäßsystem

Leibeshöhlen

Diese mit einer zellhaltigen Flüssigkeit erfüllte Höhle wird vom Darm durchquert; in sie hängen von der Körperwand her die Geschlechtsorgane (Keimstöcke) hinein. Eine Ausnahme machen nur die Haarsterne, deren Geschlechtsorgane in den Seitenzweigen der Arme liegen. Genaugenommen haben die Stachelhäuter eigentlich drei Leibeshöhlen (Coelome) von unterschiedlicher Gestalt und Ausdehnung. Sie gehen aus drei hintereinanderliegenden Leibeshöhlen ihrer Larven hervor. Die erste, das Proto-coel, geht bei den Haarsternen und Seewalzen verloren, umgibt aber bei den Seeigeln, Seesternen und Schlangensterne den Steinkanal. Die zweite, das Mesocoel, entwickelt sich zum Wassergefäßsystem, und die dritte, das Metacoel, wird zur allgemeinen großen Leibeshöhle. Aus einem Teil der dritten Leibeshöhlenanlage entsteht außerdem ein Kanalsystem, das unter dem Wassergefäßsystem verläuft; es verzweigt sich wie dieses, bildet zudem aber noch einen Ringkanal an der dem Mund gegenüberliegenden Leibeshöhlenwand. Von diesem Ringkanal gehen zwischen den Radial Aussackungen ab, in denen sich die Geschlechtsorgane befinden. Den Ringkanal selbst durchzieht ein aus Keimzellen zusammengesetzter Zellstrang (Genitalstrang).

Das Verdauungssystem

An der Mundöffnung ist bei den Seeigeln, Seesternen und Schlangensterne ein Kieferapparat entwickelt. Der Darm ist an Bändern aufgehängt und erstreckt sich quer durch die Hauptleibeshöhle zum After. Bei Seesternen und Seeigeln liegt der After auf der Oberseite, bei den Haarsternen auf der Mundseite und bei den Seewalzen am Hinterende des Körpers. Manche Seesterne und alle Schlangensterne haben keinen After; der Darm endet bei ihnen blind, und sämtliche unverdaulichen Reste müssen durch den Mund herausgewürgt werden. Bei den unregelmäßigen Seeigeln (s. S. 326) ist der After aus der Mitte der Körperoberseite an den Rand der Unterseite oder sogar ganz auf die Unterseite verlagert; der Mund rückt dabei häufig an den Rand, wodurch die Tiere nachträglich (sekundär) zweiseitig-symmetrisch werden. Die Haarsterne, Seewalzen und Seeigel besitzen einen verhältnismäßig langen, gewundenen, röhrenförmigen Darm, der kaum Erweiterungen aufweist; der Darm der Seesterne und Schlangensterne hingegen ist kurz mit stark erweitertem Magenabschnitt. Er entsendet bei den Seesternen je ein Paar radiale, mit vielen Aussackungen versehene Blindschläuche in die Leibeshöhlen der Arme, wo die eigentliche Verdauung der Nahrung stattfindet.

Das Nervensystem

Auch die Anordnung des Nervensystems folgt dem fünfstrahlig-radiärsymmetrischen Bauprinzip. Im allgemeinen haben die Stachelhäuter drei auf verschiedenen Ebenen angeordnete Nervensysteme: das ectoneurale, das hyponeurale und das aborale Nervensystem. Sie verzweigen sich alle nach dem Schema des Wassergefäßsystems beziehungsweise des Kanalsystems der dritten Leibeshöhle. Das ectoneurale Nervensystem verläuft bei den Seesternen unmittelbar unter der Haut, bei den Seeigeln, Seewalzen und Schlangensterne unterhalb der Skelettplatten. Es ist – von den Haarsternen abgesehen – in jeder Stachelhäutergruppe gut entwickelt und endet in einem dichten, unter der Hautoberfläche ausgebreiteten Nervennetz, das die Sinneszellen der Körperoberfläche mit Nerven versorgt. Das hyponeurale Nervensystem zieht an der Wand des mundseitigen Kanalsystems der dritten Leibeshöhle entlang.

Es versorgt die Körpermuskulatur. Bei den Seeigeln, deren Skelettplatten nicht bewegt werden können, ist es weitgehend verkümmert. Das aborale Nervensystem erstreckt sich auf jener Leibeshöhlenwand, die dem Mund gegenüberliegt, in den dort verlaufenden Kanälen der dritten Leibeshöhle; es tritt mit den Geschlechtsorganen in Verbindung. Dieses System ist vor allem bei den Haarsternen überaus gut entwickelt und stellt bei ihnen praktisch das Hauptnervensystem dar, das die Armbewegungen steuert. Seewalzen und Seesterne haben kein aborales Nervensystem.

Ein einziges übergeordnetes Nervenzentrum ist bei den Stachelhäutern nicht vorhanden. Jeder Radius hat vielmehr sein eigenes selbsttätiges (autonomes) Zentrum, das an der Ursprungsstelle der jeweiligen Radiärnerven im Ringnerv liegt. Der Ringnerv stimmt die Tätigkeit der Zentren aufeinander ab, sendet eigene Impulse aus und kann als »Schaltzentrale« der einzelnen Systeme betrachtet werden.

Die Aufnahme von Sauerstoff und die Abgabe von Kohlendioxyd findet an allen dünnen Hautstellen statt. Besonders geeignet sind hierfür die zahlreichen Füßchen. Über das Wassergefäßsystem grenzen sie an die große Leibeshöhle, so daß die gelösten Gase auf direktem Wege in den Körper gelangen beziehungsweise aus ihm herausgebracht werden können. Bei den Seesternen sind zudem oft zahlreiche vorstülpbare dünne Hautsäckchen (Papillen) entwickelt; auch bei den Seeigeln sitzen einige, die dann speziell als Kiemen bezeichnet werden, in der Nähe des Mundes. Die Schlangensterne haben an den beiden Seiten jedes Armansatzes je eine taschenförmige Einstülpung der dort sehr dünnen Körperwand, die in die Leibeshöhle hineinragt. In diese Taschen, die Bursen genannt werden, strudeln Wimpern ständig frisches, sauerstoffhaltiges Wasser ein und befördern mit Kohlendioxyd beladenes Wasser wieder hinaus. Bei den dünnwandigen Formen der Seewalzen erfolgt der Gasaustausch über die gesamte Körperoberfläche; die dickhäutigen Seewalzen dagegen atmen durch den Enddarm, der regelmäßig Wasser einsaugt und wieder ausstößt. Vom Enddarm gehen baumartig verzweigte Blindschläuche ab, die sogenannten Wasserlungen, in denen der Gaswechsel stattfindet.

Das Atmungssystem

Blutgefäße sind bei allen Stachelhäutern entwickelt. Ein besonders reich entfaltetes Gefäßsystem besitzen die Seeigel und Seewalzen. Doch bei den Kanälen, in denen die Blutflüssigkeit strömt, handelt es sich um keine echten Blutgefäße, weil ihnen eigene Wände fehlen. Daher werden sie richtiger Blutbahnen (Lakunen) genannt. Sie verlaufen in kanalartigen Spalträumen, die zwischen Organen und Geweben ausgespart bleiben. Entlang der größeren Blutbahnen sind die anliegenden Gewebe, die die Bahn abgrenzen, bindegewebig verdickt und mit Muskelfasern versehen, deren Zusammenziehung die Blutflüssigkeit vorwärtstreibt. Ein zentraler Motor, der die Bezeichnung »Herz« verdient, ist nicht vorhanden. Das Blut hat keinen atmungswirksamen Farbstoff; in ihm werden die gleichen Zellen mitgeführt, die auch in der Leibeshöhlenflüssigkeit anzutreffen sind.

Das Blutgefäßsystem

In der Verteilung der Blutbahnen lassen sich drei Hauptssysteme unterscheiden: ein nährstoffsammelnder Teil, der sich im Bereich des Darmes entfaltet, sowie ein mundseitiges und ein der Mundebene gegenüberliegendes

Verteilersystem. Das mundseitige System zieht an den Kanälen des Wassergefäßsystems und der dritten Leibeshöhle entlang; das gegenüberliegende System verläuft im Genitalstrang und verwirgt die Geschlechtsorgane. Alle drei Systeme sind miteinander durch das sehr bluthaltenreiche Achsenorgan [Axialorgan] verbunden, das sich der Länge nach am Steinkanal erstreckt.

Ausscheidungsrichtungen in Form von nierenartigen Organen fehlen allen Stachelhäutern. Die löslichen Endprodukte des Stoffwechsels werden vermutlich über die atmungswirksamen Oberflächen und durch den Darm ausgeschieden.

Fortpflanzung und Entwicklung

Stachelhäuter sind meist getrenntgeschlechtlich; doch gibt es vor allem unter den Seewalzen und Schlangensterne auch einige Zwitter. Die Geschlechter lassen sich äußerlich fast nie voneinander unterscheiden. Eier und Samenzellen werden in der Regel ins Wasser entlassen. In jeder der fünf Stachelhäutergruppen treiben mehrere Arten Brutpflege; sie beschützen die Brut, bis die Jungtiere eine gewisse Größe erreicht haben, und bewahren sie dabei meist in eigens hierfür ausgebildeten Brutkammern. Aus den Eiern entwickeln sich im typischen Fall kennzeichnende, frei bewegliche Schwimmlarven, die zweiseitig-symmetrisch sind. Der fünfstrahlig-radiärsymmetrische Bau der erwachsenen Tiere wird erst im Laufe einer Verwandlung (Metamorphose) erreicht.

Zusammenfassend lassen sich die Stachelhäuter folgendermaßen kennzeichnen: im Larvenzustand zweiseitig-symmetrisch, als Erwachsene fünfstrahlig-radiärsymmetrisch gebaute Tiere mit einem Kalkskelett in der Körperwand, aus einzelnen (schaumig strukturierten) Stücken bestehend, die häufig auch äußere Körperanhänge wie Stacheln und Höcker aussteifen. Fünfstrahligkeit tritt äußerlich in der Anordnung der Skelettplatten, innerlich in den Verzweigungen des Wassergefäßsystems und des Nervensystems hervor. Das für diesen Tierstamm überaus kennzeichnende Wassergefäßsystem entsendet zahlreiche Fortsätze über die Oberfläche der Körperwand hinaus, wo sie entweder als Tentakel dem Nahrungserwerb oder als Füßchen der Fortbewegung dienen, vielfach aber beide Aufgaben erfüllen. Fünf lebende Klassen: 1. Seelilien und Haarsterne (Crinoidea; s. S. 285) mit vier Ordnungen und 19 Familien, 2. Seewalzen (Holothuroidea; s. S. 305) mit drei Ordnungen und 25 Familien, 3. Seeigel (Echinoidea; s. S. 326) mit zwei Unterklassen, 14 Ordnungen und 40 Familien, 4. Seesterne (Asteroidea; s. S. 361) mit zwei Unterklassen, sechs Ordnungen und 29 Familien, 5. Schlangensterne (Ophiuroidea; s. S. 392) mit drei Ordnungen und 17 Familien.

Stammesgeschichte der Stachelhäuter von E. Thénius

Während bei den lebenden Stachelhäutern trotz der unterschiedlichen Formtypen durch die fünfstrahlige Symmetrie und das Wassergefäßsystem ein gemeinsamer Bauplan erkennbar ist, trifft dies für verschiedene ausgestorbene Gruppen dieses Stammes keineswegs zu. Wie die übrigen Wirbellosen, so haben sich auch die Stachelhäuter, wie man annimmt, bereits im Präkambrium (also vor mindestens 600 Millionen Jahren) in die einzelnen Bauplantypen aufgespalten; freilich liegen uns präkambrische Fossilreste nicht vor. Deshalb kann die stammesgeschichtliche Herkunft der Stachelhäuter durch Fossilfunde nicht aufgeklärt werden. Dennoch geben uns Fossilien aus späteren Zeiten Aufschluß über das zeitliche Auftreten und über die stammes-

geschichtliche Entwicklung der verschiedenen Gruppen, ferner über die Existenz gänzlich ausgestorbener Stachelhäuterklassen.

Die stammesgeschichtliche Herkunft der Stachelhäuter ist mit verschiedenen Problemen verknüpft, die durch neue Fossilfunde in jüngster Zeit wieder besonders aktuell geworden sind. Die wesentlichsten Überlegungen, die auch gegenwärtig noch in Fluß sind, betreffen die Symmetrieverhältnisse der Urstachelhäuter und ihre Lebensweise, vor allem die Frage, ob sie frei oder festgewachsen waren.

Die geologisch ältesten Stachelhäuter sind aus dem Kambrium (vor 540 bis 450 Millionen Jahren) bekannt. Es sind einerseits zeitweise oder dauernd festsitzende Formen, wie die Gruppen der Eocrinoidea und Edrioasteroidea, andererseits frei lebende Arten, die in den Gruppen der Homalozoa und Helioplacoidea zusammengefaßt werden. Damit haben wir zugleich einige der wichtigsten ausgestorbenen Stachelhäutergruppen genannt; zu ihnen kommen noch die Cystoidea und Blastoidea, ohne daß damit sämtliche erloschenen Klassen aufgezählt sind.

Die auf das ältere Erdaltertum (vom Kambrium bis zum Devon, vor 540 bis 350 Millionen Jahren) beschränkten HOMALAZOA weichen durch ihre zweiseitige Symmetrie gänzlich von den übrigen Stachelhäutern ab; sie zeigen außerdem durch den Bau und die Anordnung der Skelett- und Stielplatten sowie durch das Fehlen von Armen oder armartigen Auswüchsen mit Nahrungsrinnen (Brachiolen) einen eigenen Stachelhäutertyp. Die Aufgabe der einzelnen Körperöffnungen und die Lebensweise der Carpoidea sind noch keineswegs endgültig geklärt. Neuerdings hat Jefferies sie sogar als eigenen Stamm (Calcichordata) überhaupt aus dem Verband der Stachelhäuter gelöst.

Auch die BEUTELSTRAHLER (Cystoidea) aus dem Ordovizium bis Devon (vor 450 bis 350 Millionen Jahren) lassen vielfach eine fünfstrahlige Symmetrie vermissen; denn es sind Formen mit zwei bis fünf Wassergefäßsystem-Feldern. Anstelle von Armen haben die Beutelstrahler meist Brachiolen ausgebildet. Der kugelige, birnen- oder beutelförmige Kelch kann einem Stiel aufsitzen; er besteht aus einer wechselnden Zahl vieleckiger Platten, die zum Teil sehr kennzeichnende Anordnungen der Poren aufweisen.

Demgegenüber ist bei den BLASTOIDEA aus dem Ordovizium bis Perm (vor 450 bis 240 Millionen Jahren) die Fünfstrahligkeit vollkommen ausgeprägt. Der aus einer bestimmten Zahl von Platten zusammengesetzte Kelch besitzt an der Außenseite fünf Wassergefäßsystem-Felder mit faltenartigen Einstülpungen der Kelchwand (Theca), den sogenannten Hydrosiren, und mit Brachiolen. Er sitzt einem Stiel auf. Der stammesgeschichtliche Höhepunkt dieser Gruppe war zur Karbonzeit (vor 310 bis 240 Millionen Jahren) erreicht; als Beispiel sei hier *Pentremites* genannt.

Die einzige Gruppe der festsitzenden Stachelhäuter, der sogenannten Pelmatozoen, welche die Erdgegenwart erreicht hat, sind die SEELILIEN (Klasse Crinoidea). Auch sie haben ihren stammesgeschichtlichen Höhepunkt, der für die Silurzeit (vor 400 bis 350 Millionen Jahren) anzunehmen ist, längst überschritten. Von den im Erdaltertum formenreich verbreiteten Gruppen der Camerata, Flexibilia und Inadunata hat nur die letztgenannte die Perm-Trias-Grenze (vor 200 Millionen Jahren) überschritten. Aus ihr entwickelten

Ein Haarstern der Gattung
Comanthus (s. S. 288)





sich die Articulata, die gegenwärtig entweder als »lebende Fossilien« in der Tiefsee vorkommen, wie zum Beispiel *Metacrinus*, oder die als abgeleitet (sekundär) frei schwimmende Haarsterne leben, wie die Angehörigen der Ordnung Comatulida (s. S. 288). Die Haarsterne haben sich erst seit der Jurazeit (vor 175 bis 140 Millionen Jahren) entwickelt. Die Vorfahren der heutigen Tiefseeformen waren im Erdmittelalter noch richtige Flachmeerbewohner.

Von den frei lebenden Stachelhäutern, die als Eleutherozoen zusammengefaßt werden, haben wir die Helicoplacoidea und Edrioasteroidea als älteste Formen bereits genannt. Es sind die einzigen Eleutherozoen aus dem Kambrium. Die übrigen Gruppen — und damit auch die Seesterne und die restlichen Echinozoa — treten erstmalig im Ordovizium auf.

Die HELICOPLAÇOIDEA (Gattung *Helicoplacus* aus dem Unterkambrium) sind frei lebende Stachelhäuter mit einem ei- bis spindelförmigen biegsamen Gehäuse aus spiralig angeordneten Plattenreihen und einem einzigen Wassergefäßsystem-Feld. Mund- und Afteröffnung liegen endständig an den entgegengesetzten Körperpolen. Dagegen sind die EDRIOASTEROIDEA aus dem Kambrium bis Karbon meist festsitzende, aber stiellose Stachelhäuter mit einer beutel- bis scheibenförmigen Körperwand aus zahlreichen unregelmäßig-vieleckigen Kalkplättchen. Die zentrale Mundöffnung ist von fünf meist gekrümmten Wassergefäßsystem-Feldern umgeben. Die Afteröffnung und die Ausmündung des Wassergefäßsystems (Hydroporus) befinden sich gleichfalls auf der Rückseite, aber zwischen den Feldern des Wassergefäßsystems. Brachiolen sind nicht ausgebildet. Die Edrioasteroidea und die Seeigel (Klasse Echinoidea) lassen sich von gemeinsamen Stammformen ableiten.

Von den gleichfalls zum erstenmal im Ordovizium nachgewiesenen SEEIGELN (Echinoidea) sind zahlreiche Fossilfunde bekannt. Sie zeigen, daß die Schale (Corona) der meisten Seeigel aus dem Erdaltertum (zum Beispiel bei den Gattungen *Bothriocidaris*, *Eothuria*, *Lepidocentrus* und *Melonechinus*) noch keineswegs regelmäßig gebaut war, sondern daß die Zahl der Wassergefäßsystem- und Zwischenwassergefäßsystem-Felder wechselte; die Platten deckten einander schuppenförmig, wodurch sich ein biegsames Gehäuse ergab. Die Bestachelung war verschieden, erreichte jedoch bei den erdmittelalterlichen Cidaroiden mit ihren keulenförmigen Stacheln einen gewissen Höhepunkt. Bei diesen regelmäßigen (regulären) Seeigeln war bereits die Zahl der Plattenreihen — insgesamt zwanzig — gleichbleibend. Erstmalig sind diese Formen mit der Gattung *Nortonechinus* zur Devonzeit nachgewiesen. Zur Jurazeit traten die ersten unregelmäßigen (irregulären) Seeigel auf; bei ihnen kam es zu einer Reihe von Umbauten, die im Zusammenhang mit der veränderten Lebensweise verständlich werden. Die auffälligsten davon sind die Rückbildung des Kieferapparates, die Verkleinerung der Stacheln, die Verlagerung von After- und Mundöffnung und die abgeleitete zweiseitige Symmetrie. Diese Veränderungen lassen sich mit der grabenden Lebensweise erklären. Der dadurch entstandene neue Typ führte zu einer stammesgeschichtlichen Blüte innerhalb der Klasse der Seeigel, die gegenwärtig noch andauert.

Im Gegensatz zu den Seeigeln können wir mangels geeigneter Fossilbe-

Mittelmeer-Haarstern
(*Antedon mediterranea*,
s. S. 290 u. Abb. S. 291) in
Fangstellung auf einer
Hornkoralle (*Paramuricea
chamaeleon*)

weise nichts über eine stammesgeschichtliche Entwicklung der SEEWALZEN (Klasse Holothuroidea) aussagen. Die vorliegenden Fossilfunde beruhen fast ausschließlich auf den mikroskopisch kleinen Skleriten.

Dafür lassen die versteinerten Zeugnisse erkennen, daß die Aufspaltung in SEESTERNE (Klasse Asteroidea) und SCHLANGENSTERNE (Klasse Ophiuroidea) bereits frühzeitig erfolgt ist. Ein besonderes Interesse kommt hier den SOMASTEROIDEA des älteren Erdalters (Ordovizium bis Devon) zu, die als Stammgruppe der See- und Schlangensterne gelten. Sie vermitteln in ihrer Gestalt außerdem zwischen den Besitzenden Stachelhäutern (Echinodermata) vom Typ der Seeilien und den Seesternen. Ursprünglich waren sie nur fossil bekannt; neuere Untersuchungen aber haben erwiesen, daß die Gattung *Platasterias* aus Nicaragua ein überlebender Angehöriger der Somasteroidea ist. Die Art *Platasterias laminulata* (s. S. 304) ist somit ein echtes »lebendes Fossil«. Leider sind fossile Seesterne und Schlangensterne meist schlecht erhalten und lassen aus diesem Grund in stammesgeschichtlicher Hinsicht keine Aussagen zu.

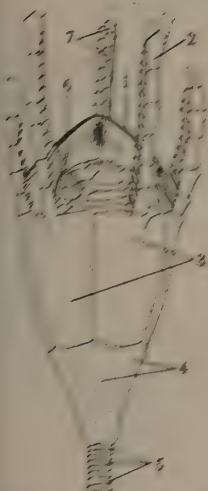
Elftes Kapitel

Seelilien und Haarsterne

Seelilien und
Haarsterne
von H. Fechter

SEELILIEN UND HAARSTERNE (Klasse Crinoidea; Abb. 1–5, S. 291 u. 292) sind Stachelhäuter, die auf einem stielartigen Körperfortsatz festsitzen oder sich bereits in früher Jugend vom Stiel lösen und dann frei beweglich sind. Rumpf im Vergleich zur gesamten Körpermasse sehr klein, fingerhutförmig; von ihm gehen fünf Arme aus, die sich meist mehrmals gabeln und verzweigen. Mundseite stets vom Untergrund abgewandt. Seßhafte Formen werden »Seelilien« genannt; die im Erwachsenenzustand frei beweglichen Formen heißen »Haarsterne« oder »Federsterne«. Von den heute noch lebenden Arten sind etwa 88 vom Hundert Haarsterne und nur zwölf vom Hundert Seelilien. Größe unterschiedlich; die größte lebende Seelilie (*Metacrinus superbus*) hat einen Rumpfdurchmesser von 1,2 cm, eine Armlänge von 19 cm und einen über zwei Meter langen Stiel; der größte Haarstern (*Heliometra glacialis*) hat bis zu 35 cm lange Arme. Unter der außergewöhnlich dünnen Haut der Seelilien und Haarsterne liegen Pigmentkörner in und zwischen den Zellen der Bindegewebsschicht, die auch die stützenden Teile des Skeletts enthält. Diese Farbstoffe verleihen den Seelilien und Haarsternen eine weißliche, gelbe, orangefarbene, rötliche, violette, braune, grüne oder schwarze Tönung. Neben einfarbigen Tieren gibt es auch viele mit Farbzeichnungen.

Durch ihren Stiel sind die Angehörigen dieser Klasse — und bei den Haarsternen die Jugendformen — besonders gekennzeichnet. Er geht von der mundabgewandten Seite des Rumpfes aus und besteht sowohl bei den Seelilien als auch bei den Jugendformen der Haarsterne aus vielen einzelnen, scheibenförmigen, untereinander durch elastische Fasern verbundenen Stielgliedern; das letzte Stielglied bildet meist eine Haftplatte, die am Untergrund festsitzt. Bei den urtümlichen Seelilien treten außerdem in bestimmten Abständen Stielglieder auf, die je fünf rankenartige Fortsätze, die Zirren, ausenden; diese Zirren sind gleichfalls aus einzelnen Gliedern zusammengesetzt. Mit ihnen kann sich das Tier festklammern. Auch die Haarsterne entwickeln solche Zirren, jedoch nur am allerersten Stielglied, auf dem der Rumpf steht. Wenn sich die jungen Haarsterne von ihren Stielen lösen, so geschieht dies stets nach dem ersten Stielglied; sie nehmen also das zirrenumkränzte oberste Scheibchen mit. Es dient dem Rumpf als Grundplatte seines Aufbaus, während die von ihm ausgehenden krümmbaren, mit je einem hakenförmigen Endglied versehenen Zirren dem erwachsenen Haarstern ein zeitweises Festhalten am Untergrund ermöglichen (Abb. S. 286 oben).



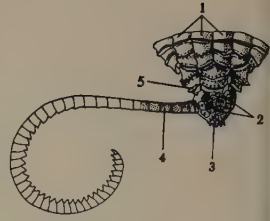
Aufbau des Rumpfes, Stieles und der Arme der Seelilie *Hyocrinus bethellianus*: 1 Nahrungsrinne, 2 Armskelettmäule, 3 Radialplatten, 4 Basalplatten, 5 Stielglieder, 6 After, 7 Deckplättchen, die über die Nahrungsrinnen der Arme gelegt werden können.

Die zirrentragende Grundplatte wird gewöhnlich als Rückenplatte bezeichnet; auf ihr ist der fingerhutförmige, manchmal auch »Kelch« genannte Rumpf aufgebaut. Bei den heute noch lebenden urtümlichen Seelilien (z. B. bei der Gattung *Hyocrinus* aus der Ordnung Cyrtocrinida; s. S. 293) besteht die Rumpfwand aus zwei übereinanderliegenden Ringen von je fünf hohen Platten: Es sind die fünf auf der Rückenplatte fußenden Basalplatten und die fünf von den Basalplatten getragenen Radialplatten, von denen sich die Arme erheben. Aber schon bei den etwas fortschrittlicheren Seelilien und bei fast allen Haarsternen sind die Basal- und Radialplatten recht winzig; ja, die Basalplatten werden sogar vollständig in das Innere des Rumpfes verlagert, wo sie auf der Höhlung der Rückenplatte zu einem rosettenförmigen Deckel zusammentreten. Statt der großen Platten bilden nun die durch ledrige Haut miteinander verbundenen unteren Armabschnitte eine mehr oder weniger feste Rumpfwand, welche die Eingeweide schützt.

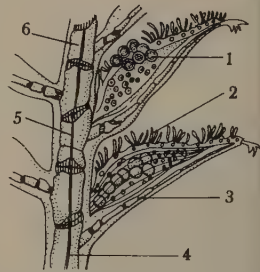
Von den kleinen Radialplatten entspringen die Arme. Sie haben ebenfalls ein aus walzenförmigen Gliedern bestehendes Stützskelett. Die durch elastische Fasern verbundenen Armglieder weisen an den einander zugekehrten Seiten Gelenkflächen auf und können von Beugemuskeln, die zwischen ihnen entwickelt sind, gegeneinander bewegt werden. Die Arme gabeln sich fast immer nach dem zweiten Armglied, so daß aus den ersten fünf Armansätzen zehn Arme hervorgehen. Häufig bleibt es bei zehn Armen; doch es gibt nicht wenige Haarsterne, deren Arme sich im weiteren Verlauf noch öfter gabeln, wodurch im äußersten Fall bis zu zweihundert Arme entstehen können. Fast von jedem Armglied entspringt ein kurzer zartgliedriger Seitenzweig: das Fiederchen (Pinnula). Der Seitenzweig geht einmal nach rechts ab, beim nächsten Armglied nach links, vom übernächsten wieder nach rechts und so fort; das verleiht den Armen ein federförmiges Aussehen.

Die flache Mundseite des Rumpfes wird von der gleichen ledrigen Haut überspannt, die auch die seitliche Rumpfwand einfaßt. In der Mitte der Mundscheibe liegt die Mundöffnung. Von ihr ziehen in strahlenförmiger (radialer) Richtung fünf rinnenartige Vertiefungen zu den Armansätzen hin, gabeln sich wie diese und setzen sich auf der Mundseite der Arme bis zu den Enden der kleinsten Verzweigungen fort (Abb. S. 287 oben). Die Rinnen, mit Wimpern besetzt, haben die Aufgabe von Förderbändern; sie bringen die von den Armen eingefangenen Nahrungsteilchen zum Mund. Durch Hautläppchen, die ihre Ränder säumen und manchmal durch Skelettstückchen versteift sind, können diese Nahrungsrinnen verschlossen werden. Entlang der Rinnen steht außerdem innerhalb des Decklappensaumes jederseits noch eine Reihe kurzer Fangarme (Tentakel), die meist in mehrere Lappen unterteilt sind und Nahrungsteilchen einfangen. Die Arme mit ihren Fiederchen, Fangarmen und Nahrungsrinnen bilden zusammen einen umfangreichen Nahrungsfangapparat (s. S. 296).

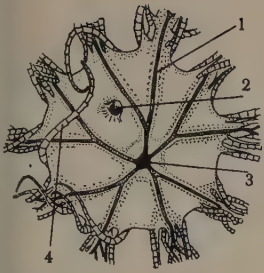
Unter der Nahrungsrinne verlaufen im Arminnern die Radialkanäle des Wassergefäßsystems, von denen Seitenkanäle in jeden Fangarm führen. Die Radialkanäle entspringen von einem Ringkanal, der den Schlund umgibt. Meist sind mehrere Steinkanäle vorhanden; doch münden sie nicht durch eine Siebplatte nach außen, sondern öffnen sich in die allgemeine Leibes-



Rumpf, Armanfänge und Zirrenansätze des Haarsterns *Thalassometra marginata*: 1 Arme, 2 Zirrenansätze, 3 Rückenplatte, 4 Zirre, 5 erstes Armglied (s. S. 285).



Teil eines Armes von *Antedon bifida*: 1 Eilager, 2 Tentakel, 3 Skelettstück des Fiederchens (Pinnula), 4 Nervenstrang, 5 Muskeln zwischen den Armgliedern, 6 Armglied.



Mundscheibe eines Haarsterns: 1 Nahrungsrinne, 2 After, 3 Mundöffnung, 4 Mundfiederchen (s. S. 286).

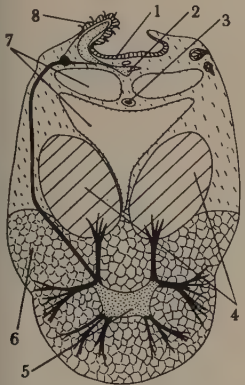
höhle, die aber ihrerseits über zahlreiche Porenkanäle in der Mundscheibe mit der Außenwelt verbunden ist. Von der allgemeinen Leibeshöhle dringen drei Kanäle in die Arme vor und ziehen unter dem Wassergefäßsystem entlang, dessen Verzweigungen sie mitmachen. Bei den Seelilien durchläuft ein Leibeshöhlenkanal den gesamten Stiel. Ein Rest dieses Kanals ist bei den Haarsternen die Höhlung der Rückenplatte. Diese Höhlung wird von strahlenförmigen (radialen) Scheidewänden in fünf Kammern unterteilt. Aus dem gekammerten Organ tritt in jeden Zirrus ein paariger Seitenkanal ein, der mitten durch die Zirrenglieder geht.

Um den Mund, der die Nahrung von den Nahrungsrinnen erhält, stehen fünf Mundfühler (Mundtentakel); ihre Aufgabe ist es wahrscheinlich, die Beschaffenheit der Nahrung zu prüfen. Ein kurzer muskulöser Schlund führt in einen etwas weiteren Darm, der eine kreisförmige Schleife macht und mehrere Blindsäcke aufweist. Der Darm der Haarsternfamilie Comasteridae dagegen ist blindsacklos und in vier spiralförmige Windungen gelegt. Ein kurzer, wiederum sehr muskulöser Enddarm stellt die Verbindung zum After her, der am Rande der Mundscheibe auf einer kleinen schornsteinartigen Erhebung nach außen mündet.

Von den drei Nervensystemen, die gewöhnlich bei den Stachelhäutern vorhanden sind (s. S. 277), ist bei den Haarsternen das aborale System außerordentlich gut entwickelt. Sein Zentrum ist eine kapselförmige Nervenmasse, die das gekammerte Organ umhüllt; von dort erstreckt es sich in alle Körperanhänge. Seine Fortsätze treten als Scheide der Zirrenkanäle in die Zirren ein und folgen bei den Seelilien dem Stielkanal, und fünf ansehnliche Nervenstränge durchziehen von hier aus — mitten in den Stützgliedern — die Arme bis in alle Spitzen. Die Hauptaufgabe dieses Nervensystems ist die Bewegungssteuerung der Arme. Das ectoneurale System verläuft direkt unter den Nahrungsrinnen, das hyponeurale System zu beiden Seiten der Nahrungsrinnen; beide ergänzen das aborale System. Über die ganze Oberfläche des Körpers sind Sinneszellen verteilt, besonders zahlreich in den Nahrungsrinnen; sie schließen sich aber nur auf den Fangarmen zu papillenförmigen Sinnesorganen zusammen, die vermutlich dem Geschmacks- und Tastsinn dienen.

Der Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxyd findet auf der gesamten Körperoberfläche statt, die ja nur von einer dünnen Haut bedeckt ist. Von ihr ist der Weg zu den atmenden Organen nicht weit, so daß sich ein besonderes Verteilersystem erübrigt. Das Blutgefäßsystem besteht aus einer großen Zahl zusammenhängender Blutbahnen (Blutlakunen). Von einem dichten Lakunennetz in der Darmwand ziehen Blutbahnen zum Axialorgan (s. S. 279); dieses Organ erstreckt sich längs der Hauptachse der Leibeshöhle und besteht aus einem drüsigen Kern, der von sehr vielen Blutlakunen umspunnen wird. Sie stehen mit einem Ringgefäß um den Schlund in Verbindung; von dort tritt je ein Kanal in die Arme ein und verzweigt sich mit ihnen bis in die Fiederchen.

Die Haarsterne bilden eine systematische und stammesgeschichtliche Einheit (Ordnung Comatulida), während die Seelilien auf drei verschiedene Ordnungen verteilt werden. Nach ihren Verwandtschaftsbeziehungen glic-



Querschnitt durch den Arm eines Haarsterns: 1 Nahrungsrinne, 2 Radialkanal des Wassergefäßsystems, 3 Geschlechtszellenstrang, 4 Armmuskeln, 5 Strang des aboralen Nervensystems, 6 Armskelett, 7 Kanäle der dritten Leibeshöhle, 8 Fangarm (Tentakel).

dern wir die Klasse in folgende Ordnungen: 1. Zirrentragende Seelilien (Isocrinida; s. unten), 2. Haar- oder Federsterne (Comatulida; s. unten), 3. Zirrenlose Seelilien (Millericrinida; s. S. 290), 4. Cyrtocrinida; s. S. 293.

Die einzige Familie der ZIRRENTRAGENDEN SEELILIEN (Ordnung Isocrinida) sind die ISOCRINIDAE. Langstielige Seelilien; Stielglieder im Querschnitt meist fünfeckig, in bestimmten Abständen — jedes fünfte bis fünfzehnte Glied — von Zirrenkränzen umgeben. Der Stiel trägt die Krone mit reichverzweigten Armen, deren unterste Glieder in die Kelchwand einbezogen sind. Nahrungsrinnen der Arme durch Deckplättchen verschließbar. Häufigste Gattung *Metacrinus*, vorwiegend aus Japan, Malaya und Australien bekannt. Die einzelnen Arten haben fünffach gegabelte, 16 bis 20 cm lange Arme. Kelchdurchmesser bis zu 1,2 cm, Stiellänge bis zu 0,8 cm. Färbung hellgelb, orangefarben, rotbraun oder grün, manchmal gebändert oder gefleckt. Eine oft abgebildete Art ist der in westindischen Gewässern heimische, in Tiefen von 200 bis 600 Meter vorkommende gelblichbraune *Cenocrinus asteria* (s. Abb. 1, S. 292); Kelchdurchmesser bis zu 1,7 cm, Armlänge 10 cm.

Ordnung
Zirrentragende Seelilien

Im Gegensatz zu den Seelilien sind die HAAR- oder FEDERSTERNE (Ordnung Comatulida) in erwachsenem Zustand frei bewegliche Tiere; sie sitzen nur in ihrer Jugend, während des sogenannten Seelilienstadiums, an einem Stiel fest, lösen sich aber später davon ab. Zu dieser Ordnung gehören allein ungefähr 550 der insgesamt 620 Seelilien- und Haarsternarten. Diese große Zahl von Arten gliedert sich in vier Unterordnungen: Comasterina (s. unten), Mariametrina (s. unten), Thalassometrina (s. S. 289) und Macrophreata (s. S. 290). Davon weisen die ersten drei als gemeinsames Merkmal eine kleine und seichte Höhlung in der Rückenplatte auf; sie werden deshalb häufig als Oligophreata zu einer Gruppe zusammengefaßt und der vierten Unterordnung, die wegen ihrer großen und tiefen Rückenplattenhöhlung Macrophreata genannt wird, gegenübergestellt. Die einzelnen Familien unterscheiden sich hauptsächlich in der Anzahl, Form und Verbindungsart der Armglieder, ferner in der Ausgestaltung und Menge der Zirren und Fiederchen (Pinnulae).

Ordnung Haarsterne

Die Angehörigen der Unterordnung COMASTERINA haben eine scheibenförmige Rückenplatte. Zirren nur bei Jungtieren; bei Erwachsenen meist rückgebildet oder fehlend. Zum Festhalten am Untergrund gebrauchen diese Haarsterne einen oder mehrere der Arme, deren mundnahe Fiederchen in ihren Endabschnitten bewegliche Haken tragen. Die zum Festklammern verwendeten Arme sind nicht beim Nahrungserwerb tätig und oft kürzer als die übrigen; sie entwickeln vielfach keine Nahrungsrinne mehr, dienen aber weiterhin als Keimstockträger. Mund gegen den Rand der Mundscheibe verschoben; After in die Mitte der Mundscheibe gerückt. Arme verzweigen sich außerordentlich häufig, so daß ihre Zahl fünfzig übersteigen kann. Einzige Familie Comasteridae mit den Gattungen *Comatula*, *Comaster*, *Comissia*, *Comanthus* (Abb. S. 281), *Comatella*, *Capillaster* und *Comantheria*; insgesamt über hundert Arten, darunter *Comantheria grandicalyx* (s. S. 296).

Bei der Unterordnung MARIAMETRINA finden wir gleichfalls eine scheibenförmige Rückenplatte mit enger, seichter Höhlung; Zirren stets gut entwickelt,

stehen selten in mehr als zwei abwechselnden Reihen. Keine Haken an den Endabschnitten der mundnahen Fiederchen; diese Fiederchen sind aber — zumindest an der Basis — im Querschnitt dreieckig. Nahrungsrinne ohne Seiten- und Deckplatten; Mund zentral, After randständig. Fünf bis hundert Arme, meist fünfzehn bis vierzig, nicht selten nur zehn. Vorwiegend in den Küstenzonen des Indischen und Stillen Ozeans und Westindiens. Sechs Familien.

Zur Familie der ZYGOMETRIDAE gehören die sehr farbenprächtigen Gattungen *Catoptometra* und *Zygotmetra* und die nur fünfarmige Gattung *Eudocrinus*. Die Familie der HIMEROMETRIDAE besteht aus über fünfzig Arten; jede weist zehn oder mehr Arme auf. Die artenreichste Gattung ist *Heterometra*. Zu ihren bekannteren Arten zählt *Heterometra savignyi* (s. Abb. 3 u. 4, S. 292), von der man häufig Unterwasserfotos aus dem Roten Meer sieht. Sie hat fast durchweg zwanzig Arme, die bis zu fünfzehn Zentimeter lang sind. Von den etwa dreißig meist vielarmigen Arten der Familie MARIAMETRIDAE sei hier nur die einheitlich schwarzbraune *Lamprometra klunzingeri* genannt, die oft bei Tauchgängen im Roten Meer anzutreffen ist. Sie besitzt bis zu einunddreißig glatte, schlanke Arme von etwa elf Zentimeter Länge. Bei den Angehörigen der artenarmen Familie STEPHANOMETRIDAE sind eine oder mehrere der mundnahen Fiederchen vergrößert und stachelartig steif. Die zehnamigen TROPIOMETRIDAE haben Fiederchen, die alle im Querschnitt dreieckig, verhältnismäßig kurz und stämmig sind. Die Zirren sind ebenfalls kurz. Die einzige Gattung *Tropiometra* gehört zu den am häufigsten anzutreffenden Haarsternformen der tropischen Küstenzonen. *Tropiometra afra macrodiscus* (s. S. 296) ist mit ihren bis zu 26,5 Zentimeter langen Armen einer der größten bekannten Haarsterne. Bei den ungefähr fünfzig Arten der COLOBOMETRIDAE tragen die Zirrenglieder ein oder zwei Querkämme mit zwei bis drei dornartigen Fortsätzen auf der nach innen gekrümmten Seite. Die artenreichsten der achtzehn Gattungen sind *Decametra*, *Oligometra*, *Colobometra* und *Iconometra*.

Sehr veränderlich ist die Rückenplatte bei der Unterordnung THALASSOMETRINA. Kegel- bis scheibenförmig mit etwas tieferer Höhlung als bei vorhergehenden Gruppen. Zirren in mehreren Reihen angeordnet. Zehn bis zwanzig Arme, die im Querschnitt gewöhnlich dreieckig sind und an den Enden fünf bis sieben Glieder mit verkümmerten Fiederchen tragen. Fiederchen im Querschnitt rechteckig oder dreieckig. Nahrungsrinnen mit Seiten- und Deckplatten. Vier Familien.

Die etwa sechzig Arten der Familie THALASSOMETRIDAE haben lange, schlanke Zirren aus mehr als fünfundzwanzig Gliedern, von denen die im Endabschnitt auf der nach innen gekrümmten Seite mit dornen- oder kielartigen Erhebungen versehen sind. Die artenreichsten der vierzehn Gattungen sind *Thalassometra*, *Cosmiometra* und *Stiremetra*. Kurze, stämmige, stark gekrümmte Zirren aus meist weniger als fünfundzwanzig Gliedern ohne deutliche Kiele oder Höcker auf der nach innen gekrümmten Seite finden wir bei den dreißig Arten der Familie CHARITOMETRIDAE. Die artenreichste Gattung ist *Glyptometra*. Aus etwa sechzehn Arten setzt sich die Familie CALOMETRIDAE zusammen. Bei ihnen sind die ersten Fiederchen sehr zart, schwach

und biegsam, die ersten beiden Glieder der Fiederchen übertreffen die übrigen weit an Größe. Die zweiten und einige der folgenden Fiederchen sind vergrößert und steif. Die Mundscheibe ist gewölbt und gänzlich mit Skelettplatten bedeckt. *Neometra* und *Pectinometra* sind die wichtigsten Gattungen. Eine sehr eigenständige Familie mit schwacher Ausbildung der Nahrungsrinnen-Deckplatten sind die NOTOCRINIDAE. Bei ihnen sind die Glieder der Arme und Fiederchen auf der mundabgewandten Seite gerundet und die Zirren in zehn regelmäßigen Reihen angeordnet; die Mundscheibe ist mit Platten gepflastert. Die Geschlechtsorgane befinden sich im Arm an der Basis der Fiederchen. Die einzige Gattung *Notocrinus* lebt in der Antarktis und treibt Brutpflege.

Kegel- oder halbkugelförmig ist die Rückenplatte bei der Unterordnung MACROPHREATA, selten scheibenförmig, mit weiter und tiefer Höhlung. Meist zehn Arme, kaum mehr. Fiederchen niemals prismatisch, die rumpfnächsten anders gestaltet als die übrigen. Seiten- und Deckplatten der Nahrungsrinnen rückgebildet. Drei Familien.

Mit über 130 Arten sind die ANTEDONIDAE die formenreichste aller Haarsternfamilien. Vor allem außerhalb der Tropen ist diese Gruppe weit verbreitet und häufig. Zu ihr gehören auch die an europäischen Küsten heimischen Haarsterne. Unter ihnen hat der MITTELMEER-HAARSTERN (*Antedon mediterranea*; Abb. S. 282) mehr als zwanzig Zirrenglieder und eine außerordentlich veränderliche Färbung. Er lebt in tiefen Algenbeständen, in Seegraswiesen, an Felsen geklammert und auf Korallengrund von der Meeresoberfläche bis in 220 Meter Tiefe. *Antedon bifida* ist rosa bis orangefarben und hat weniger als zwanzig Zirrenglieder. Er besiedelt die Atlantikküsten vom Ärmelkanal bis nach Portugal, und zwar vom Meeresspiegel bis in 500 Meter Tiefe. Meist mehr als vierzig Zirren hat der hellrote bis braunrote, häufig heller gebänderte *Antedon petasus*. Er kommt in 20 bis 330 Meter Tiefe im Gebiet von Island, den Faröern und Norwegen vor. Nur im Mittelmeer heimisch, aber viel größer und robuster als der Mittelmeer-Haarstern ist *Leptometra phalangium*. Dieser grüngefärbte Haarstern mit seinen bis zu acht Zentimeter langen, schlanken Zirren findet sich in 50 bis 1300 Meter Tiefe auf Korallen- und Geröll-, aber auch Sand- und Schlickgründen. Genannt seien unter den Angehörigen dieser Familie noch *Leptometra celtica* mit seinen dreieinhalb bis vier Zentimeter langen Zirren, der die Atlantikküsten von den Faröern bis Madeira bis in 500 Meter Tiefe bewohnt, und der größte bekannte Haarstern, *Heliometra glacialis*, dessen Arme bis zu 35 Zentimeter lang werden. Dieser hellgelbe, manchmal etwas purpurn getönte Stachelhäuter ist rund um den Nordpol auf Sand-, Schlick- und Geröllböden in 40 bis 1150 Meter Tiefe verbreitet.

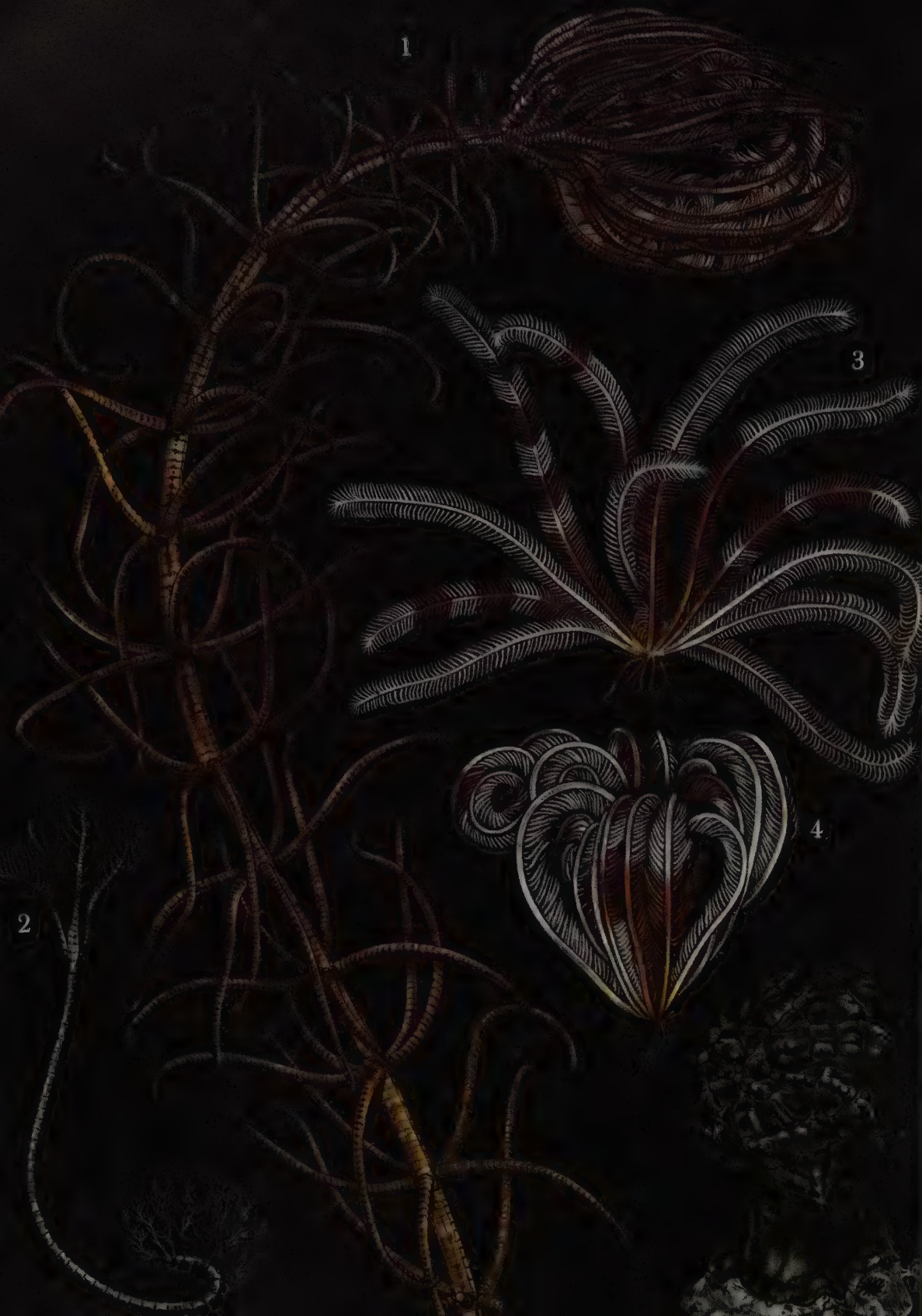
Weniger bekannt sind die beiden letzten Familien der Unterordnung: Die ATELECRINIDAE haben parallel zur Rumpfwand stehende, äußerlich sichtbare Basalplatten; sie leben vorwiegend in der Tiefsee. Die PENTAMETROCRINIDAE besitzen nur fünf Arme.

Farbvariationen des
Mittelmeer-Haarsterns
(*Antedon mediterranea*,
s. S. 290 u. Abb. S. 282)

Zartstielige Seelilien mit weitgehend rückgebildeten oder vollständig fehlenden Zirren sind die ZIRRENLOSEN SEELILIEN (Ordnung Millericrinida). Zir-

Ordnung
Zirrenlose Seelilien





1

3

4

2

ren höchstens noch am unteren Stielende als wurzelähnliche Ausläufer vorhanden. Basalplatten deutlich sichtbar. Zwei Familien. Zur Familie BATHYCRINIDAE gehören einige im Nordatlantik verbreitete Arten. Die bekannteste davon ist der graue oder gelbliche *Rhizocrinus lofotensis* (s. Abb. 2, S. 292). Die Länge des Stieles beträgt bis sieben Zentimeter, die der Arme etwa einen Zentimeter. Er lebt in Tiefen von 140 bis 4800 Meter. In größte Tiefen bis zu 8300 Meter dringt der fünf Zentimeter hohe, zehnnarmige *Bathocrinus australis* vor. Die Familie PHRYNOCRINIDAE besteht aus nur zwei in den Tiefen des Indischen und Stillen Ozeans heimischen Arten.

Die letzte Ordnung dieser Stachelhäuterklasse sind die CYRTOCRINIDA. Zirrenlose Seelilien, die an einem Stiel oder direkt mit dem Rumpf am Untergrund festsitzen; Rumpfwand von den Basal- und Radialplatten gebildet; Mundscheibe von Skelettplatten bedeckt. Zwei Familien. Bei den HOLOPODIDAE ist der stiellose, dicke, kurze Rumpf direkt am Untergrund festgewachsen. Die zehn massigen Arme können über der Mundscheibe spiralgig eingerollt und aneinandergelegt werden. Wir kennen nur eine Art, *Holopus rangi* (s. Abb. 5, S. 292), die das Karibische Meer in 200 bis 300 Meter Tiefe bewohnt. Im Gegensatz dazu sind die HYOCRINIDAE langstielig, vielgliedrig, mit sehr schlankem Rumpf. Die drei Gattungen *Hyocrinus*, *Calamocrinus* und *Ptilocrinus* kommen vorwiegend in den antarktischen Meeren vor.

Die gestielten Seelilien der Ordnungen Isocrinida, Millericrinida und Cyrtocrinida sind — wie schon erwähnt — fest im Untergrund verankert; ohne Abbrechen ihres Stieles können sie keine Standortveränderung vornehmen. Sie haben jedoch die Möglichkeit, auf ihrem Stiel hin und her zu schwingen; so bestreichen sie einen halbkugeligen Raum, dessen Halbmesser der Stiellänge entspricht. Das ist gar nicht so wenig, wenn man bedenkt, daß es unter den ausgestorbenen Seelilien Arten mit etwa zwanzig Meter langen Stielen gegeben hat. Aber auch die heute noch lebenden Seelilien haben Stiele, die wahrscheinlich mehrere Meter lang werden; denn die längsten bis jetzt bekannten Bruchstücke erreichen schon eine Länge von eineinhalb Meter. Wie einige Forscher annehmen, brechen manche Seelilien ihren Stiel an bestimmten Stellen ab, lösen sich so vom Boden und können durch Auf- und Abschlagen der Arme schwimmen, wobei sie den Stiel hinter sich herziehen. Am neuen Standort verankern sie sich dann mit den Zirrenkränzen, die in bestimmten Abständen am Stiel entwickelt sind, erneut im Untergrund.

Viel genauer wissen wir über die Fortbewegungsmöglichkeiten der Haarsterne Bescheid. Neben ausgesprochen wanderlustigen Formen gibt es manche, die mit den Zirren wochenlang an einer Stelle festgeklammert verharren, wenn ihnen dort die Lebensbedingungen zusagen. Leichte Störungen, die dem Haarstern nicht bedrohlich erscheinen — etwa die Berührung mit anderen Tieren —, veranlassen ihn, den Klammergriff der Zirren zu lösen und wegzukriechen.

Der Haarstern macht das auf folgende Weise: Die Arme, die der Reizstelle gegenüberliegen, strecken sich parallel zum Untergrund weit aus und haken sich mit den endständigen Fiederchen fest. Hierauf werden die ver-

Seelilien:

1. Zirrentragende Seelilie
(*Cenocrinus asteria*,
s. S. 288)
2. Zirrenlose Seelilie
(*Rhizocrinus lofotensis*,
s. S. 293)

Haarsterne:

3. und 4. *Heterometra savignyi* (s. S. 289)
3. In Fangstellung
4. In Ruhestellung
5. *Holopus rangi* (s. S. 293)

ankerten Arme stark gebeugt und ziehen den Körper vom Reizort weg. Zugleich treten die der »Störungsstelle« zugewandten Arme in Tätigkeit; sie krümmen sich weit unter den Rumpf, heften gleichfalls die endständigen Fiederchen fest, strecken sich und schieben so den Körper zusätzlich auch noch vom Ort der Störung weg. Das Tier wird also durch Zug und Schub vorangebracht. Der genau in die Bewegungsrichtung zeigende Arm beteiligt sich häufig nicht am Kriechen; er dient gleichsam als Richtungsweiser bei der Fortbewegung.

Die meisten Haarsterne brauchen keine Drehungen und Wendungen auszuführen; sie können sich sofort in jeder beliebigen Richtung in Marsch setzen, wobei jeder Arm, den es gerade trifft, die Führung übernehmen kann. Es gibt jedoch Arten, bei denen in erwachsenem Zustand mehrere Arme länger sind als die übrigen. Diese Haarsterne haben die Fähigkeit verloren, in jeder beliebigen Richtung zu starten. Sie können sich nur mehr mit den langen Armen voraus fortbewegen; demnach müssen sie sich vor dem Aufbruch erst in diejenige Richtung drehen, die sie einschlagen wollen. Beim Kriechen ziehen die längeren Arme das Tier stets voran, die kürzeren schieben nach. Die Kriechgeschwindigkeiten liegen bei etwa vierzig Meter je Stunde; allerdings können manche Arten mehrere Stunden umherkriechen.

Das gemächliche Kriechen kann durch Steigerung der Schrittgeschwindigkeit in ein regelrechtes Laufen übergehen. Der Haarstern hebt sich mit zunehmender Geschwindigkeit auf seinen steil abwärts gebeugten Armen immer höher empor, bis er schließlich wie auf Stelzen über den Grund läuft. Das Antriebsprinzip — also das Ziehen der vorausgehenden und das Schieben der nachfolgenden Arme — bleibt dabei erhalten.

Viele Haarsterne, wenn auch bei weitem nicht alle, können aus dem raschen Lauf heraus zum Schwimmen übergehen, indem sie mit den Armen kraftvoll und doch sehr anmutig auf- und niederschlagen. Sie tun dies auch, wenn ihnen der feste Halt entzogen wird. Beim Abwärtsschlagen werden die Fiederchen vom Arm starr abgespreizt; dadurch entsteht eine breite Ruderfläche, und der Ruderschlag bewirkt einen mehr oder weniger großen Hub des Tieres. Während des Hebens hingegen legt der Haarstern die Fiederchen an; dadurch kann der Arm mit vermindertem Reibungswiderstand zu einem neuen Schlag ausholen. Die Arme führen nicht alle gleichzeitig dieselbe Bewegung aus; vielmehr ist der Bewegungsablauf benachbarter Arme gegenläufig. Das heißt: Wenn bei einem zehnamigen Haarstern die Arme 1, 3, 5, 7 und 9 gerade abwärts schlagen, werden die Arme 2, 4, 6, 8 und 10 unterdessen angehoben. Sehr viel verwirrender und verwickelter ist natürlich der Bewegungsablauf bei den mehr als zehnamigen, also vielarmigen Haarsternen. Aber auch hier scheint es so zu sein, daß sich immer eine Gruppe von fünf Armen in der gleichen Bewegungsphase befindet, die gegenüber der Bewegung der restlichen Armgruppen etwas verschoben ist.

Die Schwimmbewegungen sind anfangs sehr heftig. Verschiedentlich wurden hundert Schläge je Minute gezählt. Dieses Tempo wird jedoch nur wenige Sekunden beibehalten und geht dann in eine ruhigere, langsamere Schlagfolge über. Haarsterne schwimmen nie lange, selten länger als eine Minute; sie legen dabei auch keine weiten Strecken zurück. Jeder Schlag bringt das

Kriechen

Laufen

Schwimmen



Armbewegungen eines schwimmenden Haarsterns.

Tier ungefähr um Armeslänge vorwärts. Die größte bis jetzt beobachtete Entfernung, die in einem Zuge bewältigt wurde, betrug nur etwa drei Meter. Alle Angehörigen einer sehr artenreichen Familie, der Comasteridae (s. S. 288), die vorwiegend im Küstenbereich tropischer Meere beheimatet sind, können überhaupt nicht schwimmen und bewegen sich nur kriechend fort.

Umdrehen

Bemerkenswert ist, daß die Haarsterne — ganz im Gegensatz zu den meisten anderen Stachelhäutern — beim Umherkriechen niemals die Mundseite dem Untergrund zuwenden. Legt man einen Haarstern mit der Mundseite auf den Boden, so dreht er sich innerhalb kürzester Zeit wieder um. Dabei beugt er mehrere benachbarte Arme unter die Mundscheibe und stemmt mit den gegenüberliegenden Armen den Kelch so lange in die Höhe, bis er über die gebeugten Arme auf die richtige Seite kippt.

Untersucht man den Inhalt des Magen-Darm-Kanals der Haarsterne, so findet man Reste von pflanzlichen und tierlichen Stoffen. Die Zusammensetzung des Nahrungsbreies ändert sich je nach dem Siedlungsgebiet des untersuchten Tieres und der dort zur Verfügung stehenden Nahrung. Neben verschiedenen einzelligen Lebewesen — wie Kieselalgen (Diatomeen), Dinoflagellaten, Kammerlingen (Foraminiferen) und Strahlentierchen (Radiolarien) — stellen wir Reste von allerlei Krebslarven, kleine Flohkrebse (Amphipoden), Ruderfüßer (Copepoden) und Muschelkrebse (Ostracoden) fest, dazu Bruchteile von Algen, Schwämmen, Hydrozoen und Moostierchen (Bryozoen), aber auch eine Menge Zersetzungsprodukte von abgestorbenen Lebewesen (Detritus). Wie erbeuten nun die Haarsterne ihre Nahrung? Im Gegensatz zu den Ernährungsweisen bei der überwiegenden Mehrheit der Stachelhäuter haben Haarsterne und Seelilien eine Methode des Nahrungserwerbs beibehalten, die als die ursprüngliche dieses ganzen Tierstammes betrachtet werden muß: Sie fangen Plankton und aufgewirbelte Kleinlebewesen des Bodens.

In den lichtdurchfluteten Regionen des Meeres begeben sich die Haarsterne meist in der Dämmerung und nachts auf Nahrungsfang. Sie kriechen aus ihren tagsüber bewohnten Verstecken in Spalten und Löchern hervor und entfalten ihre Arme zu einem weit ausgreifenden Fächer, in dem die abgespreizten Fiederchen mit ihren engstehenden Fangarmen (Tentakeln) ein dichtes Fangnetz bilden. Der Fächer wird immer quer zur Strömungsrichtung aufgestellt, so daß er im Wasserstrom, der Nahrungsteilchen mitführt, einen möglichst großen Querschnitt bildet. Dabei hält der Haarstern die Arme so, daß ihre vom Mund abgewandte Seite gegen die Strömung steht. Die freibeweglichen Haarsterne haben beim Nahrungserwerb gegenüber den festsitzenden Seelilien den Vorteil, umherwandern zu können, um sich einen möglichst günstigen und ergiebigen Platz zum Beutefang auszusuchen. Häufig erklettern sie dabei erhöhte Stellen des Untergrundes, wie Steine und Felsblöcke, aber auch Seegrasblätter, Schwämme, Horn- und Steinkorallen, ja, fast ausnahmslos jeden Bodenaufwuchs, der ihnen einen geeigneten Platz für ihre Fangtätigkeit bietet.

Besonders eindrucksvoll zeigt sich dieser allnächtliche Aufbruch zur Nahrungssuche in vielen tropischen Korallenriffen. Tagsüber entdeckt man dort nur verhältnismäßig wenige Haarsterne mit eingerollten Armen unter Überhängen und zwischen den Korallenstöcken; nachts aber scheint die Riffland-

schaft förmlich zu blühen, wenn ein unabsehbares Heer vollentfalteter Haarsterne auf den Spitzen der Korallenzweige in der Strömung schwankt. Die vom Wasserstrom in den Fangapparat getriebenen Nahrungsteilchen bleiben an kleinen Schleimfetzen kleben, die aus den Drüsenzellen der unzähligen Fangarme (Tentakel) durch Zusammenziehung ihrer Muskulatur ausgestoßen werden. Die Fangarme schlagen vom Rand der Fiederchen nach innen und schleudern den mit Nahrung behafteten Schleim in die Wimperrinne. Alle Wimpern in dem ausgedehnten Nahrungsrinnensystem schlagen mundwärts und treiben auf diese Weise die eingefangenen und in Schleim verpackten Nahrungsteilchen wie auf Fließbändern dem Munde zu.

Eine rechte Vorstellung vom Umfang dieses Fangapparates gewinnt man aber erst, wenn man sich die Gesamtlänge der aneinandergelegten Fangrinnen klarmacht. Ein extremes Beispiel hierfür bietet ein Haarstern des japanisch-chinesischen Meeres, der dort in fünfzig bis siebzig Meter Tiefe vorkommt. Diese *Comantheria grandicalyx* hat 68 Arme und besitzt bei einer Armlänge von 12,5 Zentimeter ein Fangrinnensystem von insgesamt 102,7 Meter Länge. Eine in den Küstenzonen Japans vorkommende zehnamrige Form, *Tropiometra afa macrodiscus*, hat außergewöhnlich lange Arme, von denen jeder 25,5 Zentimeter mißt und die zusammen eine Fangrinnenlänge von 47,6 Meter aufweisen.

Ausmaße des
Fangapparates

Obwohl die frei beweglichen Haarsterne ihren Standort beliebig wechseln können, müssen sie doch stets darauf achten, daß ein Mindestmaß an Wasserströmung, die ihnen die Nahrung zutreibt, vorhanden ist. Zwar schlagen manche Haarsterne mit ihren ausgestreckten Armen abwechselnd durch das Wasser und durchkämmen es gleichsam, aber diese Methode dürfte keine wesentliche Steigerung der Nahrungsausbeute bringen. Da die Wasserströmung für die Haarsterne und Seelilien eine so große Bedeutung als Nahrungsbringer hat, ist es nicht verwunderlich, daß diese Tiere auf Wasserströmungen besonders empfindlich reagieren und sich in bestimmter Weise zu ihnen einstellen. So meiden Haarsterne stehendes, bewegungsloses Wasser; sie sind ausgesprochene Liebhaber mäßiger bis sanfter Strömungen. Starke und sehr wirbelnde Strömungen mögen sie dagegen nicht; die vergleichsweise doch sehr zerbrechlichen Tiere würden in ihnen zerstört oder durch den zu stark aufgewühlten Bodensatz in ihrer Fangtätigkeit beeinträchtigt werden.

Haarsterne sind getrenntgeschlechtlich. Die Geschlechtszellen durchziehen in Form von Strängen die Blutbahnen der Arme bis in die Fiederchen. Sie reifen aber nur in den rumpfnahen Fiederchen heran und bilden dabei umfangreiche Keimlager. Ei- und Samenzellen werden freigesetzt, indem die Wände der Fiederchen platzen. In Gebieten, in denen das ganze Jahr über gleichmäßig günstige Lebensbedingungen herrschen, ist das Abbläuen nicht auf bestimmte Zeiträume beschränkt, sondern das ganze Jahr hindurch möglich. Die einzelnen Arten unterscheiden sich jedoch meist in ihren Laichperioden. In klimatisch unausgeglichene Gegenden mit großen jahreszeitlichen Temperaturschwankungen und parallel dazu verlaufender Erzeugung von Plankton findet die Fortpflanzung gewöhnlich zur Zeit der höchsten Planktondichte statt. An den westeuropäischen Küsten ist dies gegen Ende

Laichzeiten

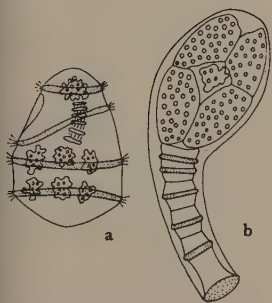
des Frühjahrs der Fall. *Antedon bifida*, der häufigste Haarstern der europäischen Atlantikküste, laicht von Ende Mai bis Anfang Juli und der Mittelmeer-Haarstern *Antedon mediterranea* im April und Mai. Meist beginnen die Männchen mit dem Ausstoßen der Samenzellen und veranlassen so die Weibchen, die Eier freizusetzen.

Einen ganz genau festgelegten Laichtermin hat der japanische Haarstern *Comanthus japonicus*. Jedes Jahr in der ersten Oktoberhälfte gibt er seine Geschlechtszellen ab – und zwar an Tagen, an denen der Mond im ersten oder letzten Viertel steht. Alle Tiere dieser Art laichen dann innerhalb von zwei Stunden, auch diejenigen, die Wochen vorher in ein Aquarium gebracht wurden; ja sogar durch Selbstverstümmelung (Autotomie) abgetrennte Arme halten sich an diesen Termin. Wie läßt sich dieses eigenartige Geschehen erklären? Man kann annehmen, daß die Lichtmengen, die während der verschiedenen Tageslängen und Mondphasen einfallen, die Reifung der Geschlechtsprodukte und die genaue Einhaltung der kurzen Laichzeit steuern.

Meist werden Ei- beziehungsweise Samenzellen aus allen Fiederchen gleichzeitig entleert. Wenn dies mehrere benachbarte Tiere tun, entstehen im Wasser regelrechte Wolken von Eiern und Samen; sie durchdringen einander, wobei es zur Befruchtung der Eier kommt. Es gibt jedoch sehr viele Arten, bei denen die Eizellen zwar aus dem Innern der Fiederchen hervortreten, sich aber nicht vollständig von der Mutter lösen, sondern außen an den Fiederchen kleben bleiben. Erst die fertig ausgebildete Schwimmlarve verläßt dann die Mutter.

Nur wenige Arten aus den südpolaren Meeren haben Brutpflegereinrichtungen in Form von Brutbeuteln entwickelt. Die eierstocktragenden Fiederchen dieser Arten weisen tiefe, taschenförmige Hauteinstülpungen auf, die ganz nahe an die Eilager heranreichen; vermutlich werden die reifen Eier unmittelbar in die Bruträume entleert. Dort entwickeln sie sich unter Umgehung des frei schwimmenden Larvenstadiums direkt zur Jugendform: dem Seelilienstadium (Pentacrinusstadium). Am Ende ihrer Entwicklung ragen die jungen Haarsterne dieser Arten mit ihrer Armkrone aus dem Brutraum heraus, während sie mit dem Stiel noch darin verankert bleiben.

Über die Embryonalentwicklung (Keimlingsentwicklung) der festsitzenden Seelilien ist nichts bekannt, weil man diese überwiegend in größeren Tiefen vorkommenden Tiere in Aquarien bisher noch nicht zur Fortpflanzung bringen konnte. Bei den Haarsternen schlüpft aus den ins freie Wasser abgelegten, im Durchmesser meist 0,15 bis 0,5 Millimeter großen Eiern schon nach wenigen Stunden eine sogenannte Primärlarve. Aus den an der Mutter festgeklebten Eiern schlüpft die Primärlarve erst nach einigen Tagen. Sie ist mit vier bis fünf querliegenden Wimperreifen und einem reizempfindlichen Wimperschopf an der Spitze ausgestattet. Von den Wimpern angetrieben, schwimmt sie – sich um die eigene Längsachse drehend – meist wenige Stunden, bei manchen Arten wohl auch tagelang umher. Dabei können die Schwimmlarven von Strömungen erfaßt und über weite Strecken verfrachtet werden. Einige trifft dabei natürlich das Mißgeschick, in Lebensräume abzutreiben, die für sie ungünstig sind; für die Art hat das Verdriften der Larven jedoch den Vorteil, daß sie auf diese Weise ihr Siedlungsgebiet erweitern



Entwicklung eines Haarsterns: a Schwimmlarve, b Bildung des Stieles und der Rumpfplatten (s. S. 298).

und immer wieder von neuem in günstige Lebensbereiche vordringen kann. Während der ganzen Zeit des Umherschwimmens ernährt sich die Larve vom mitgeführten Dottervorrat.

Am Ende des frei schwimmenden Stadiums setzt sich die Larve mit einer Haftscheibe auf einer harten Unterlage fest und beginnt eine tiefgreifende Gestaltumwandlung (Metamorphose) durchzumachen. Zunächst baut sie die nicht länger benötigten Wimperreifen und den Wimperschopf ab; dann streckt sich der Larvenkörper stark von der Anheftungsstelle weg, wobei gleichzeitig die Gliederung in Rumpf und Stiel in Erscheinung tritt. Die Skelettbildung hat schon gegen Ende des Schwimmstadiums eingesetzt; sie schreitet nun rasch voran und läßt äußerlich zum erstenmal die Wandlung von der zweiseitig-symmetrischen Larve zum fünfstrahlig-symmetrischen Haarstern erkennen. An der Außengrenze des immer kelchförmiger werdenden Rumpfes entstehen in drei hintereinanderliegenden Zonen je fünf Skelettplatten, die den Rumpf schützend umgeben. Auch im Stiel bilden sich — geldrollenartig übereinandergestapelt — die ersten stützenden Skelettplatten (Abb. S. 297).

Unterdessen ist auch die Entwicklung der inneren Organe weit fortgeschritten. Schon bei der SchwimmLARVE haben sich von der Urdarmhöhle drei sekundäre Leibeshöhlen (Coelome) abgespalten (s. S. 277). Eine dieser Leibeshöhlen, das langgestreckte Mesocoel, krümmt sich zunächst hufeisenförmig; später schließt es sich zu einem Ring, der sich oben auf die Urdarmhöhle setzt (die Begriffe »oben« und »unten« sind hier in bezug auf die Symmetrieachse des erwachsenen Tieres zu verstehen). Von der Oberfläche der Larve her hat sich inzwischen eine tiefe Tasche in den Körper eingesenkt; sie schließt sich und bildet dadurch im Leibesinnern eine Kammer (Vestibulum). Sie schiebt sich über die Urdarmhöhle und über das ringförmige Mesocoel und sendet durch den Mesocoelring hindurch einen hohlen, zapfenartigen Fortsatz zum Urdarm. Dieser Fortsatz bricht später in den Darm durch und wird zum Mund.

Mittlerweile haben sich die ersten fünf Fangarmpaare (Tentakel) gebildet; die Kammer, von deren Boden sie sich erheben und in der sie noch eingeschlossen sind, reißt zwischen den fünf Skelettplatten, die sie umgeben, auf. Nunmehr liegt die Mundscheibe mit der Mundöffnung frei, und die Fangarme können ins Wasser ausgestreckt werden. Die gänzlich umgestaltete Haarsternlarve ist jetzt doppelt so lang wie die SchwimmLARVE und zum erstenmal fähig, Nahrung einzufangen und aufzunehmen. Die Zahl der Fangarme (Tentakel) wird weiter erhöht, indem an der Basis jedes der ersten fünf Tentakelpaare ein Paar seitlicher Tentakel sproßt. Durch das Aufreißen der Kammer sind fünf dreieckige Hautlappen entstanden, die durch je eine Skelettplatte (Mundplatte) verfestigt sind und über der Mundscheibe zusammengeklappt werden können. Sie bedecken dann die Mundscheibe vollständig und legen sich schützend über die eingezogenen Tentakel.

Der Übergang in das Seelilienstadium ist durch die Ausbildung der Arme gekennzeichnet. Sie beginnt damit, daß an fünf Stellen (d. h. in jedem Inter-radius) zwischen den Mundplatten und dem nächsten Plattenkranz eine neue Skelettplatte entsteht. Die fünf Radialplatten, wie sie genannt werden, sind gleichsam der »Grundstein«, der die Arme trägt. Über jeder Radialplatte



Seelilienstadium eines
Haarsterns.

wächst ein rinnenförmiger Armstummel aus der Körperwand heraus und schließt den zugehörigen zuerst gebildeten Tentakel (Primärtentakel) ein, der dadurch zum Radialkanal des Wassergefäßsystems wird. In den sich verlängernden Ärmchen erscheinen die ersten stützenden, wirbelförmigen Armplatten. Im Verlauf der weiteren Entwicklung setzt ein starkes Größenwachstum ein; die Arme gabeln sich und bringen Fiederchen hervor. Die untersten Armplatten werden in die Befestigung des Rumpfes einbezogen und die Mundplatten rückgebildet; der Rumpf erscheint gegenüber den Armen zunehmend kleiner und nimmt Kelchform an. Am obersten Stielglied sprossen die Zirren.

Seelilienstadium

Wie lange die jungen Haarsterne im Seelilienstadium verharren, ist nicht bekannt und bei den einzelnen Arten sicher auch sehr verschieden. Einige erreichen jedenfalls die beachtliche Stiellänge von vier bis fünf Zentimeter und Armlängen von etwas über einen Zentimeter. Es ist anzunehmen, daß die Haarsterne diese seßhafte, von ihren Ahnen ererbte Lebensweise zumindest einige Monate beibehalten, bevor sie sich vom Stiel ablösen und ihr frei bewegliches Leben beginnen. Die Art mit dem größten bekannten Seelilienstadium, *Promachocrinus kerguelensis*, sitzt bis zu zweieinhalb Jahren an ihrem Stielchen fest. Der nordatlantische Haarstern *Antedon bifida* dagegen erlangt schon im Alter von einem Jahr seine volle Größe und Geschlechtsreife. Über die Lebensdauer der Haarsterne und Seelilien liegen keine genauen Daten vor; doch man schätzt, daß sie im Höchstfall ein Lebensalter von zwanzig Jahren nicht überschreiten.

Lebensdauer

»Tischgenossen« und Schmarotzer

Außer zufälligen Besuchern, die beim Umherstreifen auf einen Haarstern stoßen und eine Zeitlang auf ihm verweilen, ohne eine engere Beziehung mit ihm einzugehen, gibt es eine beträchtliche Anzahl von Tieren, die über längere Zeit mit Haarsternen zusammenleben: zum Beispiel viele Einzeller (Protozoa), meist Wimpertierchen, die den Verdauungstrakt besiedeln oder auf der äußeren Körperoberfläche umhergleiten. Über die Art ihrer Verbindung zum Wirtstier weiß man kaum etwas. In der Mehrzahl handelt es sich wohl um harmlose »Tischgenossen« (Kommensalen).

Nicht selten werden Haarsterne von seßhaften, zeitlebens festgewachsenen Tieren als »Siedlungsgrundlage« benutzt, so von manchen Polypentierchen (Hydrozoa). Viele der auf den Haarsternen lebenden Tiere nehmen die Farben und Farbmuster ihres Wirtes an. Das fällt vor allem bei zahlreichen kleinen Borstenwürmern (Polychaeten), Krebschen und einigen Garnelen auf. Sie alle leben auf der Oberfläche des Wirtes, wo ihnen das Gewirr aus Armen und Fiederchen gute Verstecke bietet; dort können sie an der vom Haarstern eingefangenen Nahrung teilhaben und ihn wohl auch teilweise von Aufwuchs säubern. Einige Krebse dagegen sind richtige Schmarotzer, so zum Beispiel Asseln, Flohkrebse und Ruderfüßer.

Die zur Verwandtschaft der Borstenwürmer (Polychaeten, s. Band I) gehörenden Myzostomiden leben fast ausschließlich auf Stachelhäutern, und zwar überwiegend auf Haarsternen. Sie halten ihren Rüssel in den Strom der Nahrungsteilchen, der in den Wimperrinnen zum Munde zieht. Einige dringen gar in der Nähe dieser Wimperrinnen in die Haut ein, das Gewebe des Wirtstieres beginnt daraufhin zu wuchern und bildet rund um die Eindringlinge

kennzeichnende Zysten und Gallen, aus denen nur der Rüssel herauschaut und in den Nahrungsstrom hineinragt. Wieder andere sind zu echten inneren Schmarotzern geworden, die im Körperinnern ihres Wirtes hausen. In manchen Haarsternbevölkerungen ist nahezu jedes Tier mit Myzostomiden behaftet. Der Befall kann gelegentlich ungeheure Ausmaße annehmen. So hat man beispielsweise an einem einzigen Haarstern der Gattung *Antedon* schon dreihundert bis vierhundert dieser Schmarotzer festgestellt.

Mit zu den schlimmsten Schädlingen der Haarsterne zählen einige kleine Schnecken aus der Familie der Melanelliden. Sie durchbohren mit ihrem Rüssel die Skelettplatten, bis sie an Weichteile gelangen, die sie dann verzehren. Der höchstentwickelte Schmarotzer ist der zu den Saugfischen oder Scheibenbäuchen (Familie Gobiesocidae) gehörende Fisch *Lepadichthys lineatus*. Er heftet sich mit einer zwischen den Brustflossen sitzenden Saugscheibe an einen Haarstern an und verspeist die Fiederchen.

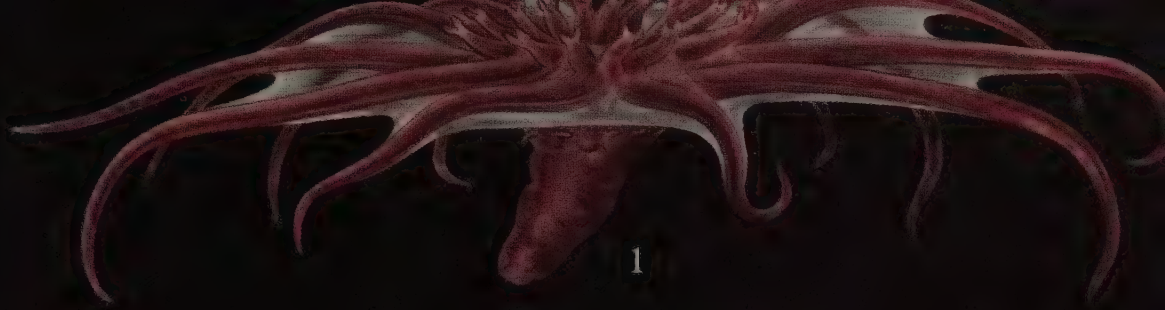
Außer diesen schädigenden Schmarotzern, die aber ihren Wirt wohlweislich nie ganz zugrunde richten, haben die praktisch wehrlosen Haarsterne keine eigentlichen Feinde. Vermutlich liegt das daran, daß Haarsterne keine lohnenden Beutetiere sind. Ihr Gehalt an verwertbaren organischen Körperstoffen ist — verglichen mit der Masse des anorganischen Skelettmaterials — sehr gering; außerdem scheint der von ihnen ausgeschiedene Schleim giftig oder zumindest vielen Tieren unangenehm zu sein. Fische, denen man Bruchstücke von Haarsternen zusammen mit anderem Futter anbietet, interessieren sich überhaupt nicht für die Beigabe. Selbst räuberische Seesterne, die sonst gern über kleinere Seesterne, Schlangensterne, Seeigel und Seewalzen herfallen, meiden die Haarsterne. Es ist auch nicht bekannt, daß sich irgendwelche anderen Tiere regelmäßig von Haarsternen oder Seelilien ernähren. Allerdings kann es vorkommen, daß eine Haarsternkolonie beim Nahrungserwerb ihre eigenen, noch im Planktonstadium befindlichen Larven erbeutet.

Wer einmal versucht hat, einen Haarstern zu ergreifen und unversehrt in sein Aquarium zu bringen, der weiß, wie verletzlich und zerbrechlich diese Tiere sind. Es genügen schon verhältnismäßig geringe mechanische Reize — ja selbst Verschlechterungen der Lebensbedingungen —, und die Tiere stoßen mehr oder weniger große Arm- oder Zirrenstücke und selbst die Mundscheibe mit dem daranhängenden Darmkanal ab. Der Bruch an den Armen erfolgt fast stets an den Nahtstellen (Syzygien) zwischen zwei unbeweglich starr miteinander verbundenen Armskelettstücken. Welchen Zweck diese Selbstverstümmelung hat, ist nicht klar ersichtlich. Sicher dient sie nicht dazu, irgendwelchen Feinden zu entkommen; sie führt auch zu keiner ungeschlechtlichen Vermehrung, wie dies bei einigen Seesternen und Schlangenternen der Fall ist. Es wäre jedoch denkbar, daß sich diese vielarmigen Tiere mit ihren so zahlreichen Fortsätzen leicht irgendwo verhaken und dann nur durch Selbstverstümmelung wieder freikommen. Jedenfalls trifft man in der freien Natur sehr viele Haarsterne an, die irgendein Teil abgestoßen haben und dabei sind, das Fehlende zu ergänzen.

Die Fähigkeit, verlorengegangene Körperteile wieder ersetzen zu können, ist bei den Federsternen außerordentlich gut entwickelt. Eine Voraussetzung

Seewalzen:

1. *Pelagothuria ludwigi*
(s. S. 310 u. 315)
2. Röhrenholothurie
(*Holothuria tubulosa*,
s. S. 310; Abb. S. 312)
3. Kletterholothurie
(*Cucumaria planci*
s. S. 306 u. 309)
4. *Rhopalodina lageniformis* (s. S. 309 u. 316)
5. *Ypsilothuria bitentaculata* (vgl. S. 309 u. 316)



1



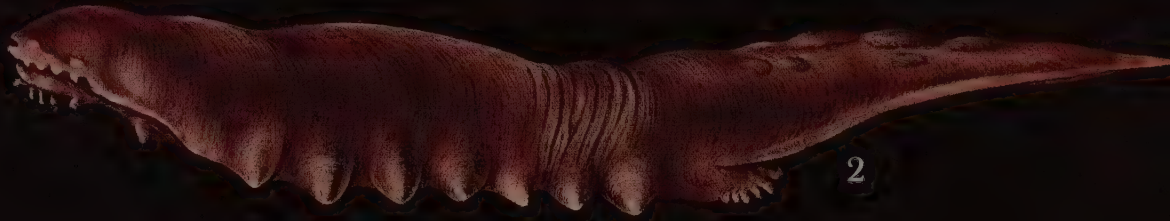
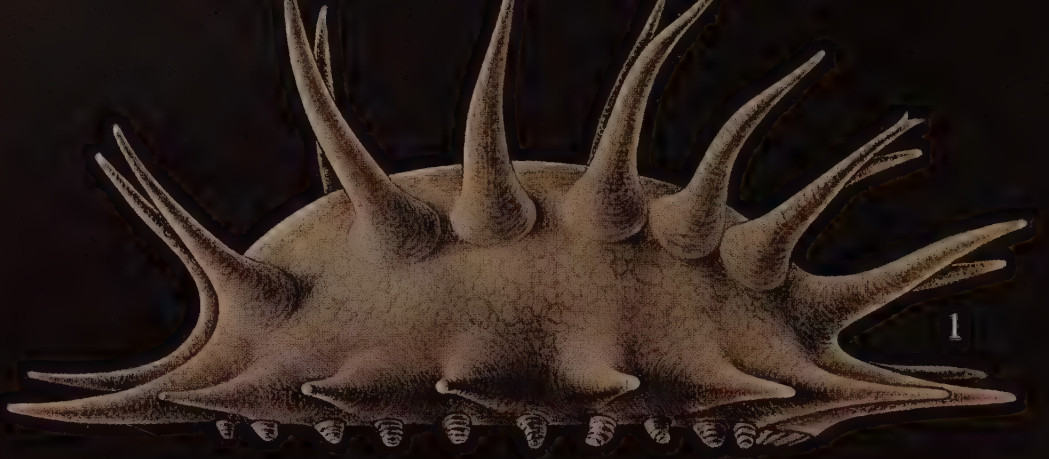
2



4



5



für die Neubildung ist allerdings, daß das von der Mundebene abgewandte, in der Rumpfspitze liegende Nervensystem nicht verletzt wird. Bleibt das Nervensystem unversehrt, so werden fehlende Arme und Zirren, die Mundscheibe und der Darm neu gebildet. Ein Haarstern der Gattung *Antedon* kann vier seiner fünf Arme, also acht Armäste, verlieren und wieder vollständig ersetzen. Zur Neubildung der Mundscheibe einschließlich des Darmes benötigt er etwa drei Wochen. Die neugebildeten Armteile sind noch lange Zeit wesentlich dünner und zarter als der alte Armstumpf, aus dem sie hervorstehen.

Die Neubildung wird von frei beweglichen Zellen eingeleitet, die in großer Zahl in der Leibeshöhlenflüssigkeit und in den meisten Geweben vorhanden sind. Sie wandern an den Armnerven entlang zur Bruchstelle und schließen zunächst die entstandene Wunde. Später bilden sie — zusammen mit der Haut — einen sich verlängernden Regenerationskegel, in den dann das Wassergefäßsystem und der Armnerv hineinwachsen, um den herum sich die neuen Armskelettstücke entwickeln.

Haarsterne und Seelilien sind ausschließlich Meeresbewohner. Ihre Verbreitung in den verschiedenen Weltmeeren ist höchst ungleichmäßig. Die größte Ansammlung von Haarsternarten findet sich in den seichten Küstengewässern des Indischen und Stillen Ozeans mit einem Schwerpunkt im Raum Borneo—Philippinen—Neuguinea. Von diesem Zentrum ausgehend, nimmt die Artendichte nach allen Richtungen hin ab. Im östlichen Stillen Ozean und an den Westküsten Amerikas kommen überhaupt keine Haarsterne vor. Nach Norden und Westen verringert sich die Artendichte weniger rasch. Von den etwa 650 bekannten Haarstern- und Seelilienarten kommen nur ungefähr 90 im Atlantik vor, während alle übrigen den Indischen und Stillen Ozean bevölkern. Auch im Atlantik gibt es einen Schwerpunkt der Artendichte, nämlich in der karibisch-westindischen Region; dort ist allein fast die Hälfte aller aus dem Atlantik bekannten Arten versammelt. Die europäischen Küsten von Norwegen und Island bis ins Mittelmeer und weiter zum Äquator werden vor allem von Arten der Gattung *Antedon* besiedelt.

Obwohl das Hauptwohngebiet der Haarsterne in den tropischen Küstengewässern liegt, gibt es auch in den kalten Meeren und sogar in den Polargebieten Arten, die manchmal in großer Zahl auftreten. Die in den südpolaren Meeren lebenden Gattungen *Notocrinus*, *Isometra*, *Phricometra* und *Kempometra* treiben Brutpflege und sind lebendgebärend.

Von den Angehörigen dieser Tierklasse dringen nur wenige in größere Tiefen vor. Zwar siedeln immerhin noch neunzehn Arten bis in eine Tiefe von dreitausend Meter, und vier Arten gehen auf fünftausend Meter, doch nur eine, *Bathycrinus australis*, steigt bis neuntausend Meter hinab. Bei den Tiefseebewohnern handelt es sich fast ausschließlich um Seelilien.

Die gestielten Jugendformen (Pentacrinusstadien) der Haarsterne sind auf harten Untergrund angewiesen, auf dem sie ihre am Ende des Stieles befindliche Haftscheibe festzementieren können. Als fester Untergrund dient ihnen häufig zunächst die Mutter, aber sie setzen sich auch auf größere Steinchen, Schalenbruchstücke und Wurmröhren. Eine harte Unterlage benötigen auch

Seewalzen:

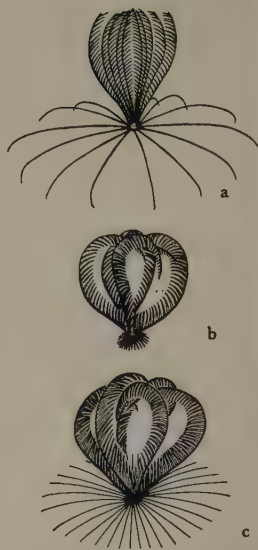
1. *Deima validum*
(s. S. 310)
2. *Psychroptes raripes*
(s. S. 310)
3. Wurmholothurie
(*Leptosynapta inhaerens*,
s. S. 313 u. 315)
4. *Trachythyone elongata*
(s. S. 309)
5. *Euphronides tanneri*
(s. S. 310)

diejenigen Seelilien, deren Stiel gleichfalls mit einer Haftscheibe endet. Dagegen verankern sich Seelilien, die wurzelartige Fortsätze am Unterende ihres Stieles besitzen, mit diesen »Wurzeln« in Weichböden, vorwiegend in Schlamm und Schlick.

Die frei beweglichen Haarsterne siedeln auf allen möglichen Unterlagen; dementsprechend wandeln sich ihre Festhalteorgane, die Zirren, ab. Die Mehrzahl lebt auf Hartböden und harten pflanzlichen oder tierlichen Gebilden, an denen man sich anklammern kann. Bei denjenigen, die Fels-, Geröll-, Schill- und Sandgründe bewohnen, sind die Zirren in der Regel lang und kräftig, mit klauenähnlich gebogenen Endgliedern, mit denen sie sich gut festhalten können. Die vielen Haarsterne, die im Geäst von Stein- und Hornkorallen oder im Wurzelgeflecht der Seegraswiesen hausen, haben kurze, gedrungene, stark gekrümmte Zirren, die ein Anklammern an Zweigen und Stämmchen ermöglichen. Nur wenige Haarsterne sind für ein Leben auf Schlamm- und Schlickgründen ausgerüstet; sie besitzen sehr lange, schlanke und gestreckte Zirren, die in großer Zahl über den Boden ausgebreitet werden können. In ihrer Wirkung lassen sie sich mit einem Schneeschuh vergleichen; sie bewahren die Tiere vor dem Versinken im Untergrund.

Haarsterne scheuen direkte Sonnenbestrahlung und bevorzugen daher Wohnplätze, die vom Licht etwas abgeschirmt sind, an schattigen Wänden, unter Überhängen, in Nischen und Höhlen und im Labyrinth der Seegraswiesen. Häufig verlassen sie diese Verstecke in der Dämmerung und nachts; sie suchen dann Standorte, die für den Nahrungserwerb meist günstiger sind als ihr tagsüber bewohnter Rückzugsplatz.

Bis jetzt hat sich noch niemand die Mühe gemacht, genau zu zählen, wieviel Haarsterne und Seelilien ein festumrissenes Siedlungsgebiet bevölkern. Aus den Fängen verschiedener Forschungsschiffe ist aber bekannt, daß an günstigen Stellen eine sehr hohe Bevölkerungsdichte bestehen muß. So brachte ein einziger Zug mit der Dredsch, einem Schleppnetz zum Fang von Bodentieren, an der Küste von Massachusetts aus 240 Meter Tiefe ungefähr zehntausend Einzeltiere von *Hathrometra tenella* an die Oberfläche; ein andermal kamen mit dem Schleppnetz aus 550 bis 700 Meter Tiefe derart viele Seelilien der Gattung *Rhizocrinus* herauf, daß sich einem dabei die Vorstellung von riesigen Haarsternwiesen und Seelilienwäldern aufdrängt, die an manchen Stellen des Meeresbodens gedeihen. Seit es möglich ist, Unterwasserkameras in größere Tiefen hinabzulassen, wurden immer wieder Fotos gemacht, die diese Vermutung bestätigten. So gelangen vor der Nordostküste Spaniens, auf der Galicia-Bank, in 650 Meter Tiefe Aufnahmen, die auf einer Fläche von 95 Quadratmeter eine Bevölkerungsdichte von durchschnittlich 65 Tieren je Quadratmeter zeigen. Bilder von weniger stark besetzten Meeresböden lassen auf eine Siedlungsdichte von ein bis fünf Tieren je Quadratmeter schließen.



Verschiedene Haarsterne: Beziehung zwischen ihrer Zirrenlänge und dem Untergrund, auf dem sie leben. a *Asterometra macropoda*, b *Pentametrocrinus tuberculatus*, c *Pentametrocrinus varians*.

Siedlungsdichte

Zwölftes Kapitel

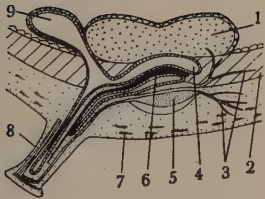
Die Seewalzen

Klasse Seewalzen
von H. Fechter

Die SEEWALZEN (Klasse Holothuroidea) sind in der Körperachse sehr langgestreckte, wurm-, gurken- oder weckenförmige Stachelhäuter (Abb. S. 301 u. 302); Mund befindet sich am Vorderende und After am Hinterende des Körpers; sie kehren also nicht wie ihre übrigen Stammesgenossen die verbreiterte Mundseite oder die mundabgewandte Seite dem Untergrund zu, sondern eine der Körperseiten. Um den Mund stehen einfache oder verzweigte, meist einziehbare Fangarme (Tentakel). Körperwand elastisch, lederartig; in sie sind kalkige Skelettelemente eingelagert, die im Gegensatz zu denen anderer Stachelhäuter fast stets mikroskopisch klein sind. Die längste Art (*Synapta maculata*) ist wurmförmig und zylindrisch; sie erreicht bei einem Durchmesser von fünf Zentimeter eine Länge von zwei Meter; die massigste Art (*Stichopus variegatus*) ist weckenförmig; sie bringt es bei einem Durchmesser von 21 Zentimeter noch auf einen Meter Körperlänge.

Seewalzen können überraschend bunt sein, obwohl man das nach dem Aussehen der an unseren europäischen Küsten heimischen Arten, die meist einfarbig dunkel- oder hellbraun, schwarz, grau oder gelblich erscheinen, nicht vermuten würde. In den tropischen Korallenriffen gibt es jedoch leuchtendrote, himmelblaue und dunkelgrüne Tiere; verschiedentlich sind sie mit abstechend gefärbten Warzen, Längs- und Querstreifen auffallend gemustert. Viele der ständig im Boden eingegrabenen Seewalzen treiben keinen solchen Aufwand; sie sind schlicht schmutzigweiß. Tiefseeformen prangen oft in purpurnen bis violetten Farben.

Die Körperwand ist bei den einzelnen Arten sehr unterschiedlich dick, im allgemeinen aber äußerst biegsam, ganz im Gegensatz zu den übrigen Stachelhäutern. In der mehr oder weniger ausgedehnten Bindegewebsschicht, die unter der dünnen, wimperlosen Hautschicht liegt, kommen nämlich nur mikroskopisch kleine Skelettelemente vor, die untereinander nicht zu einem starren oder wenig beweglichen Skelettpanzer verbunden sind. Die kleinen Kalkkörper der Unterhaut haben sehr unterschiedliche, für die einzelnen Arten kennzeichnende Gestalten in Form von Gitter- oder Lochplatten, Schnallen, Kreuzen, Stäben, Rädern, Türmen oder Ankern. Nur einige artenarme Familien besitzen ein plattenförmiges Skelett, dessen Einzelteile aneinanderstoßen oder sich dachziegelartig überlappen und so einen Schuppenpanzer bilden. Die treibend im Plankton lebenden Pelagothuriiden bringen überhaupt keine kalkigen Skelettelemente hervor.



Querschnitt durch die Körperwand einer Seewalze im Bereich eines Füßchens. 1 Längsmuskelband, 2 Ringmuskelschicht, 3 Nervenäste, 4 Radialkanal des Wassergefäßsystems, 5 ektoneurales, darüber hyponeurales Nervensystem, 6 Blutbahn, 7 Skeletteil in der Körperwand, 8 Füßchen, 9 Füßchenampulle.

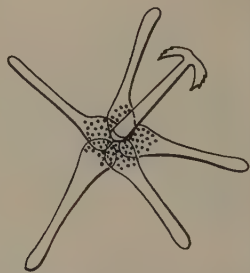
Das Fehlen eines starren Skeletts wird durch eine stärker entwickelte Rumpfmuskulatur aufgewogen. Auf die Bindegewebsschicht folgt nach innen zu eine kräftige Ringmuskelschicht, auf der in den fünf Radien mächtige Längsmuskelbänder vom Vorderende zum Hinterende ziehen. Die Längsmuskelbänder setzen vorn an einem ringförmigen Innenskelett an; es besteht meist aus zehn Kalkstücken, die zusammen den Schlund wie eine Manschette umschließen. Die innere Oberfläche der Muskeln wird vom Bauchfell (Metacoelothel) bedeckt.

Betrachten wir eine Seegurke der Gattung *Cucumaria* (Abb. 3, S. 301; vgl. Abb. S. 312), so fallen uns fünf Doppelreihen schlauchförmiger Fortsätze der Körperwand auf, die am Rumpf entlangziehen und mit einem Saugnapf enden. Es sind die Füßchen, mit denen sich das Tier am Untergrund festhält. Die meisten der umherwandernden Seewalzen wenden dem Boden ständig dieselbe Körperseite zu, die dann gewöhnlich sohlenartig abgeflacht ist. Auf dieser Kriechsohle verlaufen stets drei der fünf Füßchen-Doppelreihen (Trivium), während die restlichen zwei (Bivium) die Oberseite einnehmen. Bei denjenigen Seegurken, die wenig umherkriechen und oft sehr lange Zeit an einem Ort festsitzen, läßt sich die Kriechseite von der übrigen Körperoberfläche kaum unterscheiden. Dies ist zum Beispiel bei der Kletterholothurie (*Cucumaria planci*; s. S. 309) der Fall. Sie verändert in einem Aquarium oft zwei Jahre lang ihren Platz nicht.

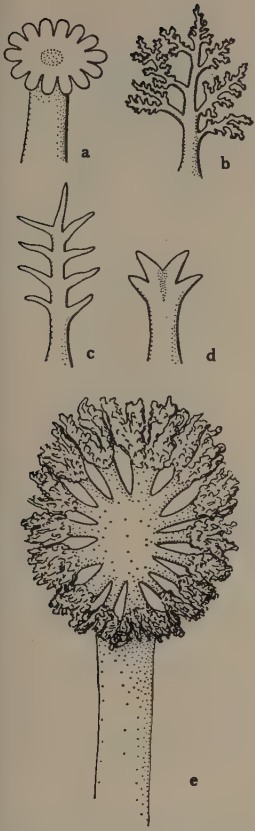
Da die Füßchen der Oberseite zum Halten und Bewegen nicht mehr gebraucht werden, verwandeln sie sich dort in kegelförmige Papillen und Warzen oder verschwinden vollständig. Es gibt sogar eine recht artenreiche Gruppe von Seewalzen, die Ordnung der Fußlosen (Apoda; s. S. 308 u. 313), bei denen alle Arten ihre Füßchen – auch die der Unterseite – rückgebildet haben und ohne sie auskommen.

Umgewandelte Füßchen sind auch die zehn bis dreißig rund um den Mund stehenden Fangarme (Tentakel). Sie haben bei den einzelnen Gruppen eine sehr unterschiedliche Gestalt: einfach fingerförmig, am Ende gegabelt oder schildartig, lappig, gefiedert oder baumförmig verzweigt (Abb. S. 307). Der vorderste Rumpfteil, von dem sie sich erheben, ist halsartig und äußerst biegsam; er kann bei den *Dendrochirota* (s. S. 308) samt den Tentakeln in den Schlund eingestülpt werden. Außerdem ist es möglich, jeden Fangarm durch Zusammenziehen seiner Längsmuskeln einzeln einzuziehen.

Der Bau des Wassergefäßsystems entspricht dem Grundschemata bei den Stachelhäutern. Vom schlundumgebenden Ringgefäß entspringt in jedem der fünf Radien jeweils ein Radialkanal, der unter den Längsmuskelsträngen der Leibeswand entlang zur Aftergegend zieht. Jeder der Radialkanäle entsendet als erstes einen blind endenden schlauchförmigen Fortsatz in die Tentakel, die in seinem Bereich stehen, und im weiteren Verlauf auch in jedes der zu beiden Seiten seiner Bahn befindlichen Füßchen oder Papillen. In den Abzweigungsstellen der Füßchenkanäle und häufig auch an denen der Tentakelkanäle sind muskulöse Blasen (Ampullen) entwickelt, in die beim Zusammenziehen der Füßchen oder Tentakel die daraus zurückgedrängte Flüssigkeit entweichen kann. Soll das Füßchen oder der Fangarm wieder ausgefahren werden, so ziehen sich die Muskeln der Ampullenwand zusammen und



Verschiedene Formen von Skeletteilen aus der Körperwand der Seewalze.



Die verschiedenen Tentakelformen der Seewalzen: a schildförmige, b baumartig verzweigte, c gefiederte, d gefingerte, e quastenförmige [s. S. 306].

pressen die Flüssigkeit in den Füßchen- oder Tentakelkanal; daraufhin strecken sich die betreffenden Organe. Damit bei diesem hydraulischen Wechselspiel zwischen Ampullen und Füßchen keine Flüssigkeit in den Radialkanal entweicht, ist in dem Verbindungsstück zwischen ihm und dem Füßchen-Ampullen-System ein Rückschlagventil aus häutigen Klappen eingebaut.

Vom Ringkanal gehen außerdem mehrere Steinkanäle ab, manchmal über hundert. Sie münden in die Leibeshöhle. Von ihm entspringen auch noch ein oder mehrere ampullenartige Gebilde (Polische Blasen), die wahrscheinlich als Flüssigkeitsreservebehälter des hydraulischen Systems dienen. Die füßchenlosen Angehörigen der Ordnung Apoda haben keine Radialkanäle; bei ihnen zweigen die Tentakelkanäle direkt vom Ringkanal ab. Sie besitzen auch keine Tentakelampullen, dafür aber mitunter bis zu fünfzig Polische Blasen (Abb. S. 308 oben).

Inmitten des Tentakelkranzes liegt — durch einen Ringmuskel verschließbar — die Mundöffnung. Sie führt über einen kurzen Schlund in einen langen Darm, der meist in eine große Schleife gelegt ist. Ihn hält ein Aufhängeband, das in seinem Verlauf nacheinander an drei verschiedenen Stellen der Leibeshöhle befestigt ist. Der Magen wird meist nur undeutlich durch geringe Einschnürungen im Darmkanal abgegrenzt. Vor dem am Hinterende des Körpers ausmündenden After erweitert sich der Enddarm gewöhnlich beträchtlich; und besondere, zur Körperwand ziehende Bindegewebs- und Muskelstränge halten ihn in seiner Lage. In der Darmwand verlaufen Ring- und Längsmuskelfasern sowie zahlreiche Blutbahnen.

Von den drei Nervensystemen der Stachelhäuter fehlt den Seewalzen das aborale System (s. S. 278) vollständig. Das unter der Haut liegende ektoneurale System geht von seinem ringförmigen Zentrum am Mundrand aus und folgt dem Wassergefäßsystem; es versorgt die Fangarme, die Füßchen und das Hautnervennetz. Zwischen dem ektoneuralen Nervensystem und den Kanälen des Wassergefäßsystems breitet sich das hyponeurale Nervensystem aus, das allein die Rumpfmuskulatur mit Nerven beschickt (Abb. S. 308 unten).

Sinneszellen sind über die ganze Oberfläche des Körpers verteilt, treten jedoch besonders gehäuft am Vorderende und am Hinterende auf. Bei manchen Seewalzen aus der Ordnung Apoda finden sich am Rumpf Hautwarzen und an der Mundseite der Tentakel Wimpergruben, die beide mit zahlreichen Sinneszellen versehen sind. Die Hautsinneszellen reagieren teils auf mechanische und teils auf chemische Reize, einige sicher auch auf Licht. Am Ringnerv des ektoneuralen Systems besitzen manche Seewalzen zehn bis hundert Schweresinnesorgane in Form von Statozysten. Diese flüssigkeitsgefüllten kleinen Hohlkugeln sind aus mit Nerven versehenen Zellen gebildet; in ihnen schwimmen eine bis zwanzig Zellen, die anorganisches Material enthalten und daher schwer sind. Sie drücken — je nach Lage des Tieres im Raum — auf einen bestimmten Wandbezirk und zeigen dadurch diese Lage an.

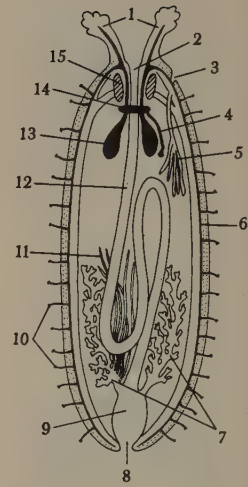
Der Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxyd erfolgt bei den dünnwandigen Angehörigen der Ordnungen Apoda und Elasipoda über die gesamte Oberfläche des Körpers. Dagegen atmen die mit dicker Körperwand ausgestatteten Seewalzen durch Wasserlungen. Dies sind zwei von den Seiten

des Enddarms ausgehende, baumartig verzweigte Schläuche, die sich durch die gesamte Leibeshöhle weit nach vorn erstrecken. Durch den Enddarm wird frisches, sauerstoffreiches Wasser eingesogen und in die Wasserlungen gepreßt. Nach einiger Zeit verengen sie sich und stoßen unter der Mitwirkung des Enddarms das verbrauchte Wasser wieder aus. Manche Arten »atmen« hastig; sie saugen mehrmals in der Minute Wasser ein und pressen es wieder heraus. Andere dagegen füllen in vielen Pumpbewegungen hintereinander die Wasserlungen prall und pusten dann in einem Zug alles wieder aus. Der aufgenommene Sauerstoff geht zunächst in die Leibeshöhlenflüssigkeit über, die durch die Wimpern des Bauchfells in ständig kreisender Bewegung gehalten wird und so den Sauerstoff an die einzelnen Organe heranführt.

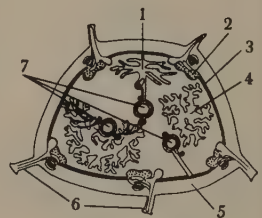
Das Blutbahnsystem besteht im wesentlichen aus zwei Teilen: aus dem nährstoffsammelnden Darmtraktengeflecht sowie aus den verteilenden radialen Blutbahnen, die unter dem Wassergefäßsystem entlangziehen und ihm bis in die kleinsten Verzweigungen folgen. Diese Blutbahnen gehen von einem Ringgefäß um den Schlund aus und enden blind in den Tentakeln, Füßchen und am Hinterende des Körpers; sie bilden also kein in sich geschlossenes Kreislaufsystem. In das Ringgefäß mündet das Darmgefäßsystem. Es besteht aus zwei Gefäßstämmen, von denen der eine im Darmhalteband, der andere auf der dem Ansatz des Haltebandes gegenüberliegenden Seite entlangzieht. Bei den großen Seewalzen aus der Ordnung Aspidochirota (s. unten) ist in der haarnadelförmig gebogenen ersten Darmschleife zwischen den Haltebandgefäßen der sich gegenüberliegenden Darmschenkel ein kapillares Blutbahnnetz (ein sogenanntes Wundernetz) entwickelt; durch dessen Maschen ragen Fortsätze der linken Wasserlunge und schaffen damit günstige Bedingungen für den Sauerstofftransport. Über das Längsgefäß des Darmes laufen vier- bis fünfmal in der Minute Zusammenziehungswellen, welche die Blutflüssigkeit durch das Blutbahnsystem treiben.

Die meisten Seewalzen sind getrenntgeschlechtlich. Es gibt jedoch auch einige Zwitter, vor allem in der Familie Synaptidae (s. S. 313). Während alle anderen Stachelhäuter fast immer fünf gleichartige Geschlechtsorgane besitzen, bringen die Seewalzen nur einen einzigen Keimstock in Form von büschel- oder bündelartig zusammengefaßten Blindschläuchen hervor. Diese Schläuche können auf einer Seite oder zu beiden Seiten des vorn an der Oberseite befestigten Darmhaltebandes entwickelt sein. Der Ausführungsgang verläuft im Darmhalteband nach vorn, wo er am Grund der Tentakelkrone ausmündet.

Wir teilen die Seewalzen in drei Ordnungen ein: 1. DENDROCHIROTA (s. S. 309): Körpervorderende durch besondere Rückziehmuskeln stets vollständig einziehbar; Füßchen und Wasserlungen meist vorhanden, freie Tentakelampullen fehlen; Geschlechtsorgane in zwei Büscheln, je eines zu beiden Seiten des oberen Darmhaltebandes. 2. ASPIDUCHIROTA (s. S. 309): zehn bis dreißig schildförmige Tentakel; Vorderende ohne Rückziehmuskeln; Körper deutlich zweiseitig-symmetrisch, Füßchen vorhanden. 3. APODA (s. S. 313): Tentakel einfach, fingerförmig oder gefiedert; Füßchen deutlich rückgebildet oder meist ganz fehlend; keine Rückziehmuskeln am Körpervorderende.



Schematischer Längsschnitt durch eine Seewalze (s. S. 307): 1 Mundfüßen, 2 Mundöffnung, 3 Geschlechtsöffnung, 4 Steinkanal, 5 Keimstock, 6 Radialkanal des Wassergefäßsystems, 7 Wasserlungen, 8 After, 9 Enddarm, 10 Füßchen, 11 Cuviersche Schläuche, 12 Darm, 13 Ampullen der Mundfüße, 14 Wassergefäßring um den Schlund, 15 Kalkring um den Schlund.



Querschnitt durch den Körper einer Seewalze (*Holothuria*, s. S. 307): 1 Keimstock im Darmaufhängeband, 2 Längsmuskelband, 3 Ringmuskelschicht, 4 Wasserlunge, 5 Leibeshöhle, 6 Füßchen, 7 Darm.

Bei den DENDROCHIROTA unterscheiden wir zwei Unterordnungen: A. DENDROCHIROTIDA (s. unten): zehn bis dreißig baumartig verzweigte Tentakel; Kalkring des Schlundes einfach oder mit nach hinten gerichteten Fortsätzen; sechs Familien. B. DACTYLOCHIROTA (s. unten): acht bis dreißig fingerförmige Tentakel, die sich manchmal gabeln; Körperwand mit enggefügtten Platten; Kalkring ohne Fortsätze; drei Familien.

Zur Unterordnung Dendrochirotida gehören folgende Familien: 1. PLACOTHURIIDAE: Körperwand mit einander überlappenden Platten bedeckt; Kalkring mit langen paarigen Fortsätzen; hierzu Gattung *Placothuria*. 2. PARACUCUMIDAE: mit einfachem Kalkring ohne Fortsätze; hierzu Gattung *Paracucumis*. 3. PSOLIDAE: Körperoberseite von Skelettplatten bedeckt, Unterseite eine Kriechsohle bildend; hierzu *Psolus phantapus*, GL bis 15 cm, mit schwanzartig zugespitztem, aufwärts gekrümmtem Hinterende; Tentakel orange, Körper gelblichbraun oder dunkelbraun. Von Grönland und Spitzbergen bis in die Nordsee, von der Oberfläche bis 380 m tief verbreitet; Brutpflege (s. S. 319); Jungtiere flach an Steinen festgesaugt. 4. PHYLLOPHORIIDAE: Körperwand nackt, nur mit kleinen undeutlichen Skelettelementen; Kalkringfortsätze aus einzelnen Stücken zusammengesetzt; hierzu folgende Arten: *Trachythyone elongata* (Abb. 4, S. 302); GL bis 15 cm; Körper U-förmig aufgebogen, bräunlich oder grau; Mittelmeer und Atlantik von Norwegen bis Marokko, in Sand und Schlamm, von der Oberfläche bis in 110 m Tiefe. *Thyone briareus* und *Thyone fusus*; letztere GL bis 20 cm, spindelförmig, zusammengezogen birnenförmig, weißlich, rosa oder gelblich; im Mittelmeer und Atlantik von Norwegen bis Madeira; auf Schill, in Seegraswiesen und schlammigen Böden, in 5 bis 150 Meter Tiefe. 5. SCLERODACTYLIDAE: mit Kalkringfortsätzen aus einem Stück. 6. SEEGURKEN (Familie Cucumariidae): Kalkring ohne Fortsätze; hierzu *Thyonidium pellucidum* und die KLETTERHOLOTHURIE (*Cucumaria planci*; Abb. 3, S. 301; vgl. Abb. S. 312); GL bis 15 cm, bräunlich, Körper fünfkantig; Mittelmeer und mittelmeeernahe Atlantik, südlich bis Marokko, in 5 bis 250 Meter Tiefe, auf den verschiedensten Böden: wie beispielsweise auf Sand, Schlamm, unter Algen, auf Steinen und Korallinengrund, auch in Seegraswiesen.

Familie
Seegurken

Die drei Familien der Unterordnung Dactylochirota sind: 1. YPSILOTHURIIDAE: acht bis zehn Tentakel, Platten mit einem kleinen Stachel versehen, Körper halbmondförmig; hierzu die Gattungen *Echinocucumis* und *Ypsilothuria* (vgl. Abb. 5, S. 301). 2. VANEYELLIDAE: zehn bis zwanzig Tentakel, Platten ohne oder mit nur kleinem Dorn; hierzu die Gattungen *Vaneyella* und *Mitsukuriella*. 3. RHOPALODINIDAE: After und Mundöffnung nebeneinander, Körper flaschenförmig; Gattung *Rhopalodina* (Abb. 4, S. 301).

Die Ordnung der ASPIDOCHIROTA wird in drei Unterordnungen aufgeteilt: A. ASPIDOCHIROTIDA (s. S. 310): Wasserlungen stets vorhanden; Aufhängeband der hinteren Darmschleife im rechten unteren Interradius befestigt. Drei Familien. B. ELASIPODIDA (s. S. 310): Wasserlungen fehlen, Aufhängeband der hinteren Darmschleife im rechten oberen Interradius befestigt; ohne Tentakelampullen, mit deutlicher Kriechsohle; Mund auf der Unterseite. Vier Familien. C. PELAGOTHURIDIDA (s. S. 310): planktonisch lebende Seewalzen mit wasserreicher, gallertiger Leibeswand, ohne Kalkkörper; Was-

sergefäßsystem mit direkt aus dem Ringkanal entspringenden Tentakelkanälen und gut entwickelten Radialkanälen; Wasserlungen, Kalkring und Tentakelampullen fehlen. Zwei Familien.

Ein Teil der häufigsten und bekanntesten Seewalzen gehört zur Unterordnung ASPIDOCIROTIDA. Ihre drei Familien sind wie folgt gekennzeichnet:

1. HOLOTHURIIDAE: nur ein Bündel von Geschlechtsorganen links vom oberen Darmhalteband, lange schlanke Tentakelampullen; ausgedehntes Blutkapillarnetz in der linken Darmschleife. Besonders bekannt unter den Angehörigen der Gattung *Holothuria* sind die SCHWARZE SEEGURKE (*Holothuria forskali*), GL bis 25 cm, Dicke 5 cm, schwarz, mit weißgeringelten Papillen auf der Oberseite, vom Mittelmeer und Atlantik bis Schottland in 1 bis 100 Meter Tiefe verbreitet, häufig in Seegraswiesen, auf Korallinengrund und schlammigen Sandböden, und die RÖHRENHOLOTHURIE (*Holothuria tubulosa*; Abb. 2, S. 301 u. 312), GL 30 cm, Dicke 6 cm, braun bis braunviolett, vorwiegend auf Sand und sandigem Schlamm, aber auch in Seegraswiesen, von der Oberfläche bis hundert Meter tief, eine der häufigsten Seewalzen des Mittelmeeres.
2. STICHOPODIDAE: zwei Bündel von Geschlechtsorganen, je eines auf beiden Seiten des oberen Darmhaltebandes; lange, schlanke Tentakelampullen; Blutkapillarnetz zwischen den Darmschenkeln sehr gut entwickelt; Füßchen auf drei Zonen der Unterseite beschränkt; Körperoberseite mit Papillen. Hierzu die KÖNIGSHOLOTHURIE (*Stichopus regalis*), GL bis 35 cm, Breite 6–7 cm, abgeflacht, hellbraun mit weißen Ringeln oberseits; Mittelmeer und Atlantik, von den Kanarischen Inseln bis Irland, in 5 bis 800 Meter Tiefe, auf Sand-, Schlamm- und Korallinengrund.
3. SYNALLACTIDAE: meist mit zwei Bündeln von Geschlechtsorganen, aber ohne Tentakelampullen; Blutkapillarnetz fast nicht entwickelt; überwiegend Tiefseebewohner; hierzu *Bathyplores natans* und *Galatheothuria aspera*.

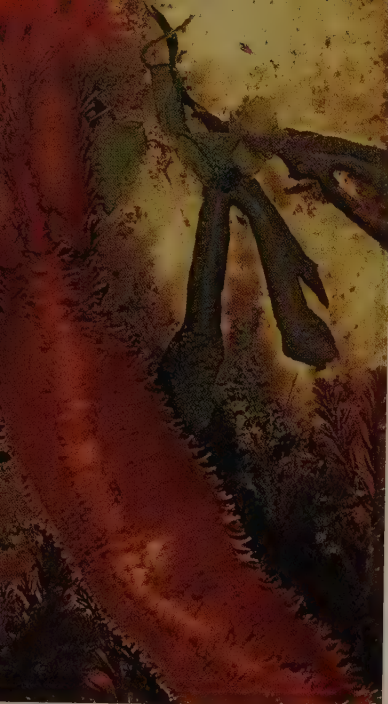
In der Unterordnung ELASIPODIDA finden wir häufig purpur-, violett- oder rotgefärbte Seewalzen, die ausschließlich in großen Tiefen leben und im Vergleich zu den Seichtwasserformen meist sehr ungewöhnliche, sonderbar aussehende Formen entwickelt haben.

1. Familie DEIMATIDAE: Füßchen nur an den Rändern der Kriechsohle; zahlreiche konische Papillen auf der Körperoberseite; hierzu die Gattungen *Deima* (Abb. 1, S. 302) und *Oneirophanta*.
2. LAETMOGONIDAE: sehr nahe mit den Deimatiden verwandt, von ihnen aber durch den Besitz radförmiger Skelettelemente unterschieden; Gattung *Laetmogone*.
3. PSYCHROPTIDAE: Mund und After ganz auf die Kriechsohle verlagert, Füßchen auf eine Doppelreihe entlang der Kriechsohlenmitte beschränkt; häufig mit einem großen schwanzartigen Anhang über dem Hinterende; Gattungen *Psychroptes* (Abb. 2, S. 302) und *Euphronides* (Abb. 5, S. 302).
4. ELPIDIDAE: Kalkring am Schlund nur aus den fünf radialen Stücken gebildet; große Füßchen am Kriechsohlenrand und vor dem Mund; Gattungen *Peniagone* und *Elpidia*; zur letzteren die Art *Elpidia glacialis*.

Die planktonisch lebenden Angehörigen der Unterordnung PELAGOTHURIDIDA teilen wir in zwei Familien auf: 1. PELAGOTHURIIDAE: Vorderrumpf von schirmförmiger Membran umgeben, die von dreizehn bis sechzehn »Armen« ausgespannt wird; in die »Arme« dringen Seitenkanäle des Wassergefäßsystems ein; Tentakelspitzen gegabelt; Gattung *Pelagothuria* (Abb. 1, S. 301).

Die farbenprächtige
Cucumaria tricolor aus
dem Großen Barriereriff
an der Nordküste
Australiens





COTHURIIDAE: Rumpf hinter dem Tentakelkranz von einem abschiebbaren gallertigen Kragen umgeben, in den Seitenkanäle des Wassergefäßsystems ausstrahlen; Mund ganz auf die Unterseite verlagert; leben planktonisch in mehreren tausend Meter Tiefe; hierzu die Gattung *Eynynpiastes*.

In der Ordnung APODA fassen wir die »fußlosen Seewalzen« zusammen. Zwei Unterordnungen: A. APODIDA (s. unten): Körper zylindrisch; Wasserlungen, Radialkanäle und Afterpapillen fehlen; Skelettelemente in Form von Rädern, Ankern und Ankerplatten. Drei Familien. B. MOLPADIDA (s. unten): Körper spindelförmig, gegen das Hinterende zu meist verschmälert, schwanzartig; mit Wasserlungen, Radialkanälen und Afterpapillen, ohne Räder im Skelett. Vier Familien.

Schon in der Unterordnung APODIDA finden wir Formen, die sich im Bodengrund eingraben. Die drei Familien sind durch folgende Merkmale gekennzeichnet: 1. SYNAPTIDAE: Tentakel gefiedert; keine radförmigen Skelettelemente, jedoch Anker und Ankerplatten. Hierzu folgende Arten: WURMHOLOTHURIE (*Leptosynapta inhaerens*; Abb. 3, S. 302); GL bis 30 cm, Dicke 0,5 bis 0,9 cm; Körper rosa gefärbt; Geschlechtsöffnung auf einem der oberen Tentakel; in Sand- und Schlammböden, auch unter den Wurzeln in Seegraswiesen, in 2 bis 30 Meter Tiefe, verbreitet im Mittelmeer und Atlantik bis hinauf zu den Lofoten. *Labidoplax digitata*; GL bis 35 cm, Dicke 0,8–0,9 cm; rot oder rotbraun gefärbt, manchmal auch gefleckt, Unterseite heller; Mittelmeer und Atlantik bis zum Ärmelkanal in 10 bis 600 Meter Tiefe, in Schlamm- und Schlickgründen eingegraben. 2. CHIRIDOTIDAE: Tentakel kurz, dick, am Ende verbreitert und gefingert; Anker fehlen; radförmige Skelettelemente mit sechs Speichen. Gattungen *Chiridota* und *Taeniogyrus*. 3. MYRIOTROCHIDAE: ohne Anker; radförmige Skelettelemente mit acht oder mehr Speichen; hierzu die Art *Myriotrochus bruuni*.

Dauernd im Boden eingegraben sind die Seewalzen der Unterordnung MOLPADIDA. Vier Familien: 1. GEPHYROTHURIIDAE: fünfzehn Tentakel mit zwei Paar fingerförmigen Fortsätzen und einigen peitschenförmigen Papillen auf der Oberseite; Körperwand ohne Skelettelemente; Tiefseeformen; Gattung *Gephyrothuria*. 2. CAUDINIDAE: Tentakel mit ein bis zwei Paar fingerförmigen Fortsätzen am Ende, ohne peitschenförmige Papillen auf der Oberseite; Körperwand mit Skelettelementen; Gattungen *Caudina* (s. S. 316) und *Paracaudina*. 3. MOLPADIIDAE: mit zehn bis fünfzehn kleinen klauenartigen Tentakeln oder einem unpaaren Tentakelende, das einige winzige seitliche Fortsätze hat; Skelettelemente im Alter oft rückgebildet. In den wärmeren Meeresteilen von 60 bis 80 Meter Tiefe ist die Art *Molpadia musculus* (GL durchschnittlich etwa 6 cm) weltweit verbreitet. 4. EUPYRGIDAE: kleine arktische Formen mit fünfzehn einfachen fingerförmigen Tentakeln. Gattung *Eupyrgus*.

Die meisten Seewalzen können sich nur langsam über den Untergrund kriechend fortbewegen. Einige vermögen außerdem noch kurze Strecken zu schwimmen, und nur wenige sind so gebaut, daß man sie zu den Dauerschwimmern zählen muß. Die Vorwärtsbewegung kommt, ähnlich wie bei den Regenwürmern, durch wiederholtes, abwechselndes Strecken und Zusammenziehen des gesamten Körpers oder aufeinanderfolgender Körperabschnitte in

Seewalzen

Oben links:

Cucumaria miniata

(s. S. 309, vgl. Abb. 3, S. 301)

Oben rechts:

Indopazifische Seewalze
(*Holothuria*)

Mitte:

Indopazifische Seewalze
(*Holothuria*)

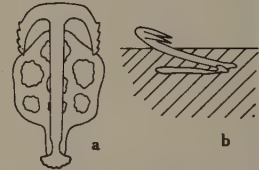
Unten:

Röhrenholothurie (*Holothuria tubulosa*, s. S. 310, Abb. 2, S. 301)

der Mund-After-Richtung zustande. Im einfachsten Fall geht dies folgendermaßen vor sich: Zunächst haftet das Vorderende des Körpers mit den Füßen fest am Boden; an den übrigen Teilen der Kriechsohle lösen sich die Füßchen vom Untergrund. Durch Zusammenziehen der Längsmuskeln wird der Körper verkürzt. Nun verankern sich die hinteren Füßchen ein Stück vor dem alten Anheftungspunkt, während die Füßchen des Vorderendes loslassen. Vom Hinterende her beginnen sich die Ringmuskeln zusammenzuziehen. Diese Muskelkontraktion wandert langsam über den Körper nach vorn; der Körper wird gestreckt, und die vorderen Füßchen gewinnen einen neuen vorgerückten Standpunkt, der dieser Streckung entspricht. Dieses Wechselspiel zwischen Verkürzung und Streckung erfolgt in den verwickelteren Fällen in mehreren Körperabschnitten gleichzeitig: Zusammenziehungs- und Ausdehnungswellen wechseln einander ab, ziehen von hinten nach vorn über den Körper und schieben ihn jeweils um einen kleinen Schritt vorwärts. Bei der fünfundzwanzig Zentimeter langen *Stichopus parvimensis* benötigt eine Bewegungswelle ungefähr eine Minute, um den ganzen Körper zu durchlaufen.

Auch viele der füßchenlosen Angehörigen der Familie der Synaptiden (s. S. 313) kriechen auf diese Weise. Bei *Synaptula hydriformis* beispielsweise gleitet die Welle der Ringmuskelnzusammenziehung in etwa fünfzehn Sekunden über den viereinhalb Zentimeter langen Körper hinweg. Zum Einstemmen und Verankern der verschiedenen Körperabschnitte während der Streckungs- und Zusammenziehungsphasen dienen diesen Seewalzen Haken der in der Haut eingelagerten ankerförmigen Kalkplättchen, die über die Körperoberfläche vorragen. Einige der füßchenlosen Seewalzen bewegen sich außerdem noch mit Hilfe ihrer sehr klebrigen Tentakel fort. Sie strecken diese Fangarme dabei sehr weit nach vorn aus, heften sie am Untergrund fest und ziehen den Körper nach. Fast sämtliche Seewalzen können an senkrechten Felswänden, aber auch an Glaswänden hochklettern. Nicht alle vermögen dagegen rückwärts zu kriechen. Wenn es in röhrenförmigen Engpässen nicht mehr vorwärts geht, müssen sie sozusagen in einer »Haarnadelkurve« wenden. Verglichen damit mutet die Beweglichkeit von *Thyone briareus* geradezu akrobatisch an. Diese Seewalze kann nicht nur vorwärts und rückwärts, sondern auch mit voller Breitseite seitwärts kriechen. Die Marschleistungen der Seewalzen sind recht verschieden. In fünfzehn Minuten schafft der fünfundzwanzig Zentimeter lange *Stichopus parvimensis* einen Meter, die fünfzehn Zentimeter lange *Holothuria surinamensis* vier Zentimeter und die ebenso lange *Thyone briareus* sieben Zentimeter Wegstrecke.

Beim Eingraben in den Untergrund wird die Hauptarbeit von den Tentakeln und der Rumpfmuskulatur geleistet. Die Tentakel räumen am Vorderende des Körpers Sand und Schlick beiseite; es entsteht eine kleine Höhlung, in die dann der Vorderkörper durch Zusammenziehen der Ringmuskulatur vorstößt. Anschließend verkürzen sich die Längsmuskeln und ziehen den restlichen Körper nach. Dabei schwillt das Vorderende an und weitet die Höhlung aus. Hierauf treten die Tentakel erneut in Tätigkeit und schaffen — sozusagen »vor Ort« — ein neues Bohrloch, in das der Körper dann wieder vorstoßen kann. Eine zehn Zentimeter lange *Leptosynapta* benötigt nicht einmal



Ankerförmiger Kalkkörper mit seiner Platte, aus der Haut einer synaptiden Seewalze. a von oben, b von der Seite, wie er in der Haut eingebettet ist und über deren Oberfläche hinausragt.

Graben

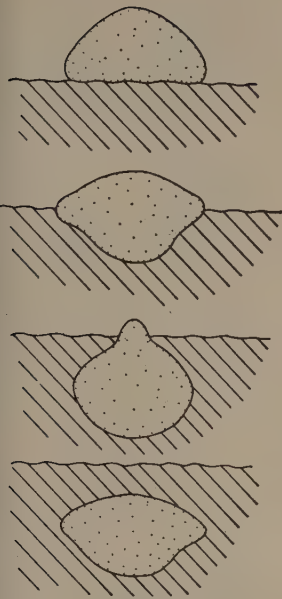
eine ganze Minute, um völlig im Boden zu verschwinden. Das vor den Tentakeln liegende Bodenmaterial wird nicht immer zur Seite gebracht, sondern häufig dem Munde zugeführt und verschlungen, so daß sich manche Seewalzen regelrecht in den Boden »hineinfressen«.

Eine etwas andere Technik wenden einige Arten aus der Familie der Holothuriiden (s. S. 310) an. Sie treiben die Kriechsohle keilförmig in den Untergrund vor und verbreitern sie danach stark; dadurch wird der lockere Grund zur Seite gedrängt, und der ganze Körper sinkt tiefer ein. Durch ständiges Wiederholen dieses Vorganges verschwinden die Tiere allmählich im Boden. Einer zwanzig Zentimeter langen Holothurie gelingt es auf diese Weise, in etwa einer halben Stunde von der Oberfläche zu verschwinden. Arten der Gattung *Molpadia* und *Caudina* setzen beim Graben die beiden oben geschilderten Techniken gleichzeitig ein. Das abwechselnde Verschmälern und Erweitern der Kriechsohle, verbunden mit der Wechselwirkung der über den Körper ziehenden Kontraktionswellen, läßt sie vergleichsweise schnell in den Boden eindringen. Je nach Größe sind sie bereits innerhalb von zehn bis vierzig Minuten im Untergrund verschwunden.

Obwohl Seewalzen im allgemeinen sehr behäbige, langsame Tiere sind, gibt es unter ihnen doch einige wenige, die so rasche Schlangelbewegungen auszuführen vermögen, daß sie regelrecht schwimmen können. Mehrere *Leptosynapta*-Arten, ferner die große Holothurie *Astichopus multifidus* und die Art *Bathyplores natans* vollführen dabei recht ungewandte senkrechte, S-förmige Körperkrümmungen. Die in japanischen Gewässern vorkommende *Labidoplax dubia* schwimmt in den Monaten Juni und Juli — und auch da immer nur nachts. Ihre Vorliebe für gelegentliche nächtliche Schwimmausflüge teilt sie mit der an europäischen Atlantikküsten heimischen Wurmholothurie (*Leptosynapta inhaerens*; Abb. 3, S. 302).

Richtige gewandte Dauerschwimmer gibt es unter den Holothuriiden der Tiefsee. Ihre gallertigen Körper sind wie die der Quallen außergewöhnlich wasserreich; sie bilden bei den Gattungen *Pelagothuria* und *Enypniastes* auch quallenähnliche Schwimglocken und Schirme aus. Ja von *Pelagothuria* (Abb. 1, S. 301) ist außerdem bekannt, daß diese Seewalze genau wie eine Meduse durch Öffnen und Schließen des Schirmes schwimmt. Ganz anders ist dagegen die Schwimmtechnik von *Galathea thuria*, deren abgeflachten Rumpf ein breiter Flossensaum umgibt, der, ähnlich wie beim Tintenfisch *Sepia*, wellenförmig bewegt wird und das Tier elegant durchs Wasser treibt.

Mit Ausnahme dieser wenigen Arten, die zu dauerndem Schwimmen befähigt sind, bewohnen alle Seewalzen den Boden. Manche bevorzugen eintufig Felsgründe, wo sie sich unter überhängenden Brocken, in Spalten und Höhlen verbergen. Andere wieder wohnen im Wurzelgewirr von Seegraswiesen oder im Dschungel des Korallendickichts. Die großen Holothuriiden der tropischen und subtropischen Küstengebiete besiedeln vorwiegend Sandböden; auf ihnen sind nicht selten viele Hunderte in einem verhältnismäßig kleinen Umkreis anzutreffen. Gegen die ungehindert in die offen daliegenden Sandböden einfallende Sonnenstrahlung schützen sich die Tiere häufig dadurch, daß sie Pflanzenteile oder Schalenbruchstücke auf ihre Oberseite setzen; das verschafft ihnen gleichzeitig etwas Tarnung.



Veränderungen des Körperquerschnittes von *Holothuria bivittata* während des Eingrabens.

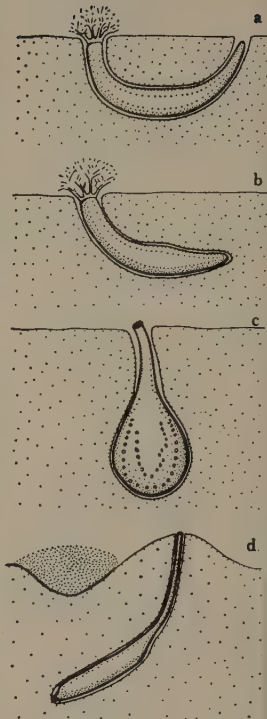
Schwimmen

Eine erstaunlich große Anzahl von Seewalzen, vor allem aus der Ordnung der Apoden (s. S. 313), führt ein im Boden verborgenes Dasein. Bei vielen kam es in Verbindung mit dieser Lebensweise zu einer mehr oder weniger weitgehenden Umgestaltung des Körpers. Den vergleichsweise sehr dünnhäutigen Angehörigen der Familie der Synaptiden (s. S. 313), die keine Wasserlungen haben und vorwiegend durch die Haut atmen, ist es möglich, gänzlich im Sand oder Schlamm unterzutauchen. Sie graben Tunnels in den Boden, deren Wände mit einer Schleimtapete etwas verfestigt werden, damit sie nicht gleich hinter dem Tier wieder einstürzen. So hält sich zum Beispiel *Leptosynapta* fast ständig im Boden auf und gräbt ihre Gänge in einigem Abstand parallel zur Oberfläche. Sie verläßt ihren Tunnel nur zu gelegentlichen nächtlichen Schwimmausflügen oder zur Abgabe der Geschlechtszellen. Dabei schiebt das Tier meist nur das Vorderende mit dem Tentakelkranz und der Geschlechtsöffnung ins freie Wasser heraus, während der größte Teil des Körpers in der Wohnröhre verborgen bleibt.

Ein derartiges totales Untertauchen wie bei den Synaptiden und ihren nächsten Verwandten ist anderen Seewalzen nicht möglich, weil sie alle durch Wasserlungen atmen. Falls die Tiere sich von Bodensubstanzen ernähren, muß also zumindest der After als Ein- und Ausströmöffnung des Atemwassers mit dem freien Wasser an der Bodenoberfläche in Verbindung bleiben. Diese Bedingung hat bei den von Bodensubstanzen lebenden Angehörigen der Familien der Molpadiiden und Caudiniden (s. S. 313), so bei den Gattungen *Molpadia*, *Caudina* und *Paracaudina*, zu einer auffallenden Umformung der Gestalt geführt. Der dicke, wurstförmige Vorderkörper, der alle Eingeweide enthält, verschmälert sich nach hinten sehr stark zu einem dünnen, röhrenartigen Hinterkörper, in dem allein der Enddarm verläuft. Er übertrifft den Vorderkörper meist weit an Länge und hat ausschließlich die Aufgabe eines Atemrohres, welches das schräg in den Boden eingegrabene Tier zum Zwecke des Austausches von Atemwasser mit der Oberfläche verbindet.

Es gibt aber auch von Plankton (Geschwebe) lebende Seewalzen, die sich im Untergrund zu verbergen trachten. Für sie besteht die Schwierigkeit darin, daß sie wegen ihrer Ernährungsweise sowohl die Mundöffnung mit dem Tentakelkranz als auch den After über den Untergrund erheben müssen. Hierzu verändern *Cucumaria*, *Thyone* und *Psolus* aus der Unterordnung Dendrochirotida (s. S. 309) lediglich ihre Körperhaltung; sie krümmen den im Schlamm oder Sand liegenden Körper sichelförmig und erheben dadurch Mund und After über den Untergrund. Bei einigen anderen Vertretern der Ordnung Dendrochirota (s. S. 308 u. 309) ist dieses Problem durch eine Umgestaltung des Körpers gelöst. Das trifft vor allem auf die Gattungen *Ypsilothuria* (vgl. Abb. 5, S. 301) und *Echinocucumis* zu. Hier sitzen Mund und After auf kleinen, einziehbaren, schornsteinartigen Erhebungen des Körpers, der im übrigen in Form eines Halbmondes gestaltet ist.

Die weitestgehenden Veränderungen erfuhr jedoch die Gattung *Rhopalodina* (Abb. 4, S. 301). Durch die extrem U-förmige Körperkrümmung haben sich der Mund- und der Afterschornstein hier so sehr genähert, daß sie zu einem einzigen langen Schlauch verschmolzen sind; am oberen Ende dieses Schlauches liegen Mund und After direkt nebeneinander. Das im Schlamm



Körperhaltung verschiedener, im Boden eingegrabener lebender Seewalzen: a *Psolus*-Arten, b *Synapta*, c *Rhopalodina*, d *Paracaudina*.

eingesunkene Tier erhält dadurch das Aussehen einer Chiantiflasche, wobei der bauchige Teil dem eingeweidehaltigen Rumpf und der schlanke Hals dem vereinigten Mund-After-Rohr entspricht.

Von der Art *Ophiodosoma grisea* ist bekannt, daß die Tiere während der Ebbe ein langes Trockenliegen in glühender Sonne vertragen. Selbst wenn sie stark austrocknen und dann eher einem ausgedörrten Tang als einer Seewalze gleichen, erholen sie sich beim Zurückkehren der Flut völlig und nehmen ihre normale Lebenstätigkeit wieder auf.

Die Seewalzen ernähren sich allesamt von mikroskopisch kleinen Lebewesen, die sie entweder aus dem freien Wasser herausfangen oder zusammen mit dem Bodenmaterial in sich aufnehmen. Zu denjenigen Gruppen, die Plankton (Geschwebe) fangen, gehören vor allem die Angehörigen der Ordnung *Dendrochirota* und *Apoda* und die wenigen schwimmenden Formen. Ihre Fangmethode arbeitet nach dem Prinzip der Leimrute. Als »Leimruten« dienen die weit ausgestreckten, mehr oder weniger buschig verzweigten Fangarme (Tentakel), an denen vorbeitreibende Kleinkrebse, Einzeller, Larvenstadien der verschiedensten Tiere, kleine Quallen und viel anderes nahrhaftes Geschwebe kleben bleiben. In rhythmischer Folge werden die Fangarme gebeugt und zum Munde geführt, tief in den Schlund hineingesteckt und bei geschlossenem Mund wieder herausgezogen. Die Fangarme werden also regelrecht abgelutscht.

Weitaus verbreiteter sind jedoch diejenigen Seewalzengruppen, die Bodenmaterial verschlingen und sich von den darin enthaltenen verdaulichen Bestandteilen ernähren. Es gibt unzählige feine Abstufungen in der Art und Weise, wie die Bodensubstanzen aufgenommen werden. Einige Angehörige der Ordnung *Apoda* picken zum Beispiel mit ihren klebrigen Fangarmen einzelne Sandkörner auf und stecken sie in den Mund. Die Oberfläche der Sandkörner ist meist nie ganz rein, sondern zeigt häufig einen Aufwuchs von Algen oder Bakterien, den die Seewalze verdaut. Zwischen den Sandkörnern liegen Strahlentierchen (*Radiolarien*), Kammerlinge (*Foraminiferen*) und Kieselalgen, die ebenfalls aufgesammelt werden. Natürlich reichen einige wenige Sandkörner nicht, um einer Seewalze die nötige Futtermenge zuzuführen; das Tier muß praktisch seinen ganzen Darm mit Sand vollstopfen, um genügend verwertbare organische Stoffe in sich aufzunehmen. Es ist daher nicht verwunderlich, daß viele dieser Seewalzen Tag und Nacht ununterbrochen Bodenmaterial in sich hineinschieben.

Die statilichen Arten aus der Ordnung *Aspidochirota* (s. S. 308 u. 309), zu denen beispielsweise die weitverbreiteten Gattungen *Holothuria* und *Stichopus* gehören, haben zum Verschlingen möglichst vieler Bodensubstanzen eine sehr wirksame Methode entwickelt. Ihre Tentakel enden vorn mit einem breiten Schild, der beim Zurückziehen des weit vorgestreckten Fangarmes wie eine Harke über den Untergrund schabt und Bodensubstanz in den Mund hineinhagert.

Verschiedene Seewalzen begnügen sich nicht damit, lediglich die Oberfläche des Bodens abzukehren; sie arbeiten sich in den sandigen Untergrund hinein und wühlen sich wie Regenwürmer durch den Boden, indem sie den vor ihnen liegenden Sand verschlingen. Damit erzielen sie auch die gleiche

Wirkung wie die Regenwürmer: Sie sorgen für eine weitgehende Umschichtung und Durchmischung des Untergrunds. Welche beachtlichen Mengen an Bodenstoffen durch manche Seewalzen hindurchgehen, zeigt folgendes Beispiel: Ein zwanzig Zentimeter langer *Stichopus moebii*, der auf der Bodenoberfläche lebt, füllt seinen Darm im Durchschnitt mit sechzig bis siebenzig Gramm Sand (Trockengewicht). Da die Tiere in vierundzwanzig Stunden den Darminhalt zwei- bis dreimal vollständig erneuern, gehen täglich etwa hundertsechzig Gramm Meeresboden durch den Darm. Setzt man voraus, daß diese Tätigkeit das ganze Jahr hindurch gleichmäßig anhält, so ergibt dies im Jahr rund einen Zentner an verschlungenen und wieder ausgestoßenen Stoffen. Diese *Stichopus*-Art kommt in manchen Buchten der Bermuda-Inseln sehr häufig vor. Man hat ausgerechnet, daß dort in einem bestimmten Gebiet von 4,4 Quadratkilometer jedes Jahr fünfhundert bis tausend Tonnen Sand und Schlick von diesen Seewalzen verzehrt und wieder ausgeschieden werden. Die im Boden eingegrabene, zu den Apoden zählende Art *Paracaudina chilensis* scheidet jede Stunde sechs bis sieben Gramm Sand aus. Sie kommt also jedes Jahr auf eine ähnliche Leistung wie *Stichopus moebii*.

Die Holothurien stopfen ziemlich wahllos alles in sich hinein, was ihre Fangarme erreichen können. Nur von einigen wenigen Formen ist bekannt, daß sie eine Nahrungsauswahl treffen. Ein Beispiel dafür bietet die chilenische Seewalze *Athyonidium chilensis*, die große Mengen von Braunalgen verspeist und sich ausschließlich davon zu ernähren scheint. In den Korallenriffen der Palau-Inseln (Mikronesien) wurde beobachtet, daß es neben denjenigen Arten, die Tag und Nacht Nahrung aufnehmen, auch solche gibt, die ausgeprägte, wenn auch langdauernde »Mahlzeiten« einhalten. So verwenden manche Seewalzen nur zwei Drittel des Tages für den Nahrungserwerb und verweilen die übrige Zeit im Schutz des Korallengestrüpps, unter Algen oder im Sand vergraben. Es beginnen auch nicht alle gleichzeitig mit der Nahrungsaufnahme; einige fangen morgens damit an, andere wiederum nachmittags. Manche Holothurien halten eine jahreszeitliche Ruhepause ein, entweder im Sommer oder während des Winters, wobei sie den Nahrungserwerb unterbrechen. Sie nehmen ihre volle Tätigkeit erst wieder auf, wenn das Wasser eine bestimmte Temperatur erreicht hat.

Nahrungsauswahl

In ihrer Mehrzahl laichen die Seewalzen ins freie Wasser ab. Fast jede Art hat ihren festen Laichtermin, der ein bis zwei Monate im Jahr einnimmt. Während die Laichzeit bei Bewohnern tropischer Gewässer nicht an bestimmte Jahreszeiten gebunden ist, beschränkt sie sich in den gemäßigten Breiten meist auf das Frühjahr und den Sommer. So laichen zum Beispiel die an den europäischen Atlantikküsten und im Mittelmeer heimischen Seeurken *Cucumaria planci* und *Labidoplax digitata* von März bis April, die in der Nordsee und im Atlantik verbreitete Art *Cucumaria frondosa* von Februar bis März; in arktischen Bereichen fällt die Laichzeit dieser Arten dagegen erst in den Juni oder Juli. Die Röhrenholothurie (*Holothuria tubulosa*) aus dem Mittelmeer gibt ihre Geschlechtszellen im August oder September ab, die nordatlantische *Labidoplax buski* von Oktober bis Dezember.

Laichzeiten

Das Ablaihen geschieht meist am späten Nachmittag oder nachts. Stets stoßen zuerst die Männchen ihre Samenzellen aus; dann entlassen — wahr-

scheinlich durch Botenstoffe angeregt — die Weibchen ihre Eier. Zwitterige Arten, wie *Labidoplax buski*, entleeren Samen- und Eizellen nie gleichzeitig, sondern im Abstand von ein bis zwei Tagen; sie vermeiden auf diese Weise eine Selbstbefruchtung. Zur Abgabe der Geschlechtszellen richten viele der frei lebenden Holothurien ihren Vorderkörper auf; auch die sonst ständig in ihren Röhren im Untergrund verborgenen Synaptiden (s. S. 313) strecken ihr Vorderende weit über die Oberfläche empor ins freie Wasser hinein. Einige Arten schwingen während des Laichens den Vorderkörper oder zumindest die Tentakel hin und her, wobei sie die in einem feinen Strahl aus der Geschlechtsöffnung austretenden Ei- oder Samenzellen im Wasser verteilen.

Im Durchschnitt dauert das Ablaihen etwa dreißig Minuten; es kann aber auch schon nach fünfzehn Minuten beendet sein oder sich bis zu vier Stunden hinziehen. Durchaus nicht alle reifen Geschlechtszellen müssen auf einmal entleert werden; dies ist auch in Abständen möglich. Die Befruchtung der Eier erfolgt im freien Wasser; anschließend sinken die Eier entweder zu Boden oder steigen zur Wasseroberfläche auf.

Ungefähr dreißig Arten von Seewalzen treiben auf sehr verschiedene Weise Brutpflege. Bei dem in südpolaren Meeren lebenden *Taeniogyrus contortus* entwickeln sich Embryonen und Jungtiere im Eierstock. Mehrere Arten der Familie der Synaptiden und einige Angehörige der Ordnung der Dendrochiroten (s. S. 308 u. 309) entlassen die Eizellen in ihre große Leibeshöhle, in der dann auch die Embryonalentwicklung bis zum Pentactulastadium (s. S. 320) vor sich geht. Die jungen Seewalzen werden durch einen Spalt in der Aftergegend geboren. Am weitesten verbreitet sind jedoch Brutpflegeeinrichtungen auf der Oberfläche des Körpers. Mit einem vergleichsweise geringen Aufwand kommen dabei manche Seegurken (Familie Cucumariidae; s. S. 309) aus. Sie kleben die Eier für kurze Zeit an ihre Fangarme, stoßen sie aber schon in einem frühen Entwicklungsstadium wieder ab. Etwas mehr tut zum Beispiel *Psolus antarcticus*; bei ihm haften Eier und Junge an den fußchenfreien Bereichen der Kriechsohle und werden durch den Körper der darüberstehenden Mutter geschützt.

Bei der Seegurke *Cucumaria crocea* begegnen wir ersten Ansätzen zur Ausgestaltung eines einfachen Brutbehälters auf der Oberseite des Körpers. Hier erheben sich entlang der beiden Füßchenreihen zwei dicke Längswülste. Sie bilden miteinander eine Rinne, in welche die Eier abgelegt werden und in der die Jungen heranwachsen. *Thyonepsolus nutriens* hingegen legt auf der Körperoberseite mehrere grubenartige Vertiefungen an, sogenannte Brutmulden, in denen sich die Eier geschützt entwickeln können.

Eindrucksvoll ist es, wie die Eier in die Brutmulden gelangen. Sie werden zunächst zwischen die aneinandergelegten Fangarme entleert, an denen sie haften bleiben. Danach legen sich die Fangarme auf die Oberseite des Rumpfes. Dort werden die Eier von Füßchen übernommen und in die Brutmulden gebracht. Manche Arten der Gattungen *Psolus* und *Cucumaria* bilden derartige Brutmulden auf der Kriechsohle aus. Andere Arten dieser Gattungen sowie die Gattung *Thyone* legen statt mehrerer nur zwei Brutkammern an, die aber dafür recht umfangreich sind. Sie entstehen als tiefe, von

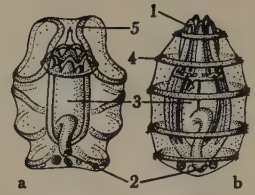
der Ober- oder Unterseite des Körpers her in die Leibeshöhle eingestülpte Hautsäcke, die nahe dem Vorderende nach außen münden. In derartigen Brutkammern sind schon bis zu hundertvierzig junge Seewalzen gefunden worden.

Besonders besorgt um die Aufzucht ihres Nachwuchses scheinen die *Psolus*-Arten zu sein; sie können, wie schon erwähnt, als einzige Seewalzen fast alle oben geschilderten Brutpflegeeinrichtungen hervorbringen. Außerdem haben sie noch einen weiteren, völlig anders zustande kommenden Brutraum entwickelt. Auf der Körperoberseite sind viele *Psolus*-Arten mit einem regelrechten Kalkpanzer versehen, der aus den eingefügten, bis zu fünf Millimeter langen Skelettplatten aufgebaut ist. Der Brutraum entsteht nun dadurch, daß mehrere hautbedeckte Platten von kleinen Stielchen über die restlichen Platten der Umgebung emporgehoben werden; sie bilden zwischen sich und der Körperwand gleichsam ein von Säulen gestütztes Gewölbe, eine richtige kleine Kinderstube, in der sich die Eier und die Jungen entwickeln.

Die Eier der Seewalzen erreichen je nach ihrem Dotterreichtum oder ihrer Nährstoffarmut einen Durchmesser von 0,1 bis 3 Millimeter. Auch der weitere Entwicklungsgang hängt eng mit dem Dottergehalt der Eier zusammen. Bei Seewalzen, die eine große Menge nährstoffarmer Eier hervorbringen, kommt es im Laufe der Entwicklung zur Bildung zweier frei schwimmender Larvenstadien. Es sind dies die Auricularien (Abb. 1, S. 272), die sich von Plankton ernähren, und die tonnenförmigen Doliolarien, die keine Nahrung aufnehmen.

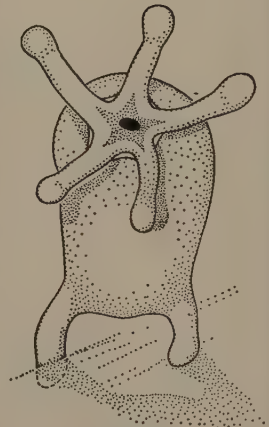
Die zweiseitig-symmetrische Auricularialarve verkörpert ein ausgesprochenes Wachstumsstadium, in dessen Verlauf die Larven ein Mehrfaches ihres ursprünglichen Körpervolumens erreichen. Die größte bekannte Auricularia von bisher ungeklärter Zugehörigkeit hatte eine Länge von fünfzehn Millimeter, während die meisten kaum länger als zwei Millimeter werden. Sie zeichnen sich durch lange, vielfach gewundene Wimperbänder aus, mit deren Hilfe sie umherschwimmen, aber auch ihre Nahrung einfangen. Nach drei bis vier Tagen erfolgt dann der Umbau von der zweiseitig-symmetrischen Auricularialarve in die fünfstrahlig-symmetrische Doliolialarve. Sie sieht wie ein Fäßchen aus und besitzt im Gegensatz zur Auricularia nur einfache Wimperreifen, die den Körper ringförmig umgeben und mit denen sie sich rotierend fortbewegt. Ihren fünfstrahligen Bau erkennt man an den fünf auswachsenden Radialkanälen und den fünf Primärtentakeln. Diese ersten Tentakel ragen bereits ein Stück aus der Kammer (Vestibulum), in der sie angelegt wurden, heraus. Die Larve sinkt nun zu Boden.

Mit dem Erscheinen des ersten Füßchenpaares am Hinterende der Larve ist das Pentactulastadium erreicht; es entspricht praktisch schon einer fertigen kleinen Seewalze, die nur noch zu wachsen braucht. Nachdem die Pentactularlarve ihre Wimperringe abgeworfen hat, kriecht sie mit Hilfe der Tentakel und Füßchen umher und beginnt mit der Nahrungsaufnahme; hierbei treten gleichfalls schon die Fangarme in Tätigkeit. Bei denjenigen Arten, die nur wenige, aber nährstoffreiche Eier hervorbringen, und bei denen, die Brutpflege treiben, kommt es zur Unterdrückung des Auriculariastadiums oder sogar beider frei schwimmender Larvenstadien, also der Auricu-



Holothurielarven: Auricularia (a) im Übergang zur Tonnenlarve (b). 1 Primärtentakel, 2 After, 3 Magen, 4 Wimperreifen, 5 Wimperbänder.

Entwicklung



Pentactulastadium einer jungen Seewalze.

laria und der Doliolaria; die Tiere entwickeln sich mehr oder weniger unmittelbar zur Pentactula. So schlüpft zum Beispiel bei *Holothuria floridana* die fertige Pentactula schon fünf Tage nach der Befruchtung aus der Eihülle, innerhalb der sich die ganze Entwicklung vollzogen hat.

Über die Wachstumsgeschwindigkeit der Seewalzen weiß man nur wenig. Der einzige genau belegte Fall ist der von *Stichopus japonicus*. Diese Art wächst in einem Monat von vier Millimeter auf zwanzig Millimeter Körperlänge heran, mißt nach einem Jahr fünfundzwanzig Zentimeter, wird im dritten Jahr geschlechtsreif und erreicht ein Lebensalter von mindestens fünf Jahren. *Paracaudina chilensis* benötigt drei bis vier Jahre, um ausgewachsen zu sein.

»Mitesser«
und Schmarotzer

Die Seewalzen müssen mit außerordentlich vielen verschiedenen und oft auch zahlreichen Schmarotzern und »Mitessern« leben: Wimpertierchen (Ciliaten), die sich im Mundbereich, auf der Oberfläche der Eingeweide oder in den Wasserlungen aufhalten, Gregarinenarten, die entweder frei in der Leibeshöhle umherwandern oder sich im Darmtrakt und in den Blutbahnen einnisten, und Strudelwürmer, deren bevorzugte Aufenthaltsorte der Darm und die Leibeshöhle sind.

Größer und daher auffallender sind die schmarotzenden Muscheln und Schnecken. Sie leben teils auf der äußeren Körperoberfläche, teils in den Eingeweiden, wo sie das Gewebe des Wirtes anbohren und aussaugen. Auch einige Borstenwürmer (Polychaeten) leben mit Seewalzen zusammen. Im Schlund mancher Holothurien haust ein Hüpferring, und im Enddarm halten sich häufig kleine Krabben der Gattung *Pinnixa* auf.

Eingeweidefische

Die eigenartigsten Schmarotzer, die Seewalzen heimsuchen, sind Fische der Gattung *Carapus* (s. Band IV, S. 432), die im Deutschen sehr treffend »Eingeweidefische« (s. Band IV, S. 444) genannt werden. Die Jugendformen dieser Fische dringen durch den Enddarm der Holothurien ein, durchstoßen die Wand der Wasserlungen und gelangen so in die große Leibeshöhle ihres Wirtes. Sie ernähren sich von den Geschlechtsorganen und von Teilen der Wasserlunge. Während die Jungfische mit dem Kopf voraus in den Enddarm der Seewalze schlüpfen, dringen die Erwachsenen mit dem Schwanz voran ein. Sie kehren auch nicht unbedingt zu demselben Wirtstier zurück, sondern können sich ebenso in andere Holothurien einschleichen. In erwachsenem Zustand benutzen sie ihre früheren Wirte in erster Linie als Zufluchtsort, in den sie sich bei Gefahr zurückziehen.

Es scheint, als hätten Holothurien — von den genannten Schmarotzern abgesehen — keine speziellen Feinde. Zwar wird berichtet, daß Seemöwen in flachen Küstengewässern gelegentlich Seewalzen verzehren, die in der Gezeitenzone leben; doch hierbei handelt es sich gewiß nicht um das »Leibgericht« der Möwen. Auch einige Bodenfische haben die trägen Seewalzen ab und zu auf ihrem Speiseplan. Verschiedentlich wurde beobachtet, wie Krebse, größere Schnecken (Tritonshörner; s. S. 86) oder Tonnenschnecken (s. S. 86) und manche Seesterne versuchten, Holothurien zu verspeisen, wobei sie jedoch keinen Erfolg hatten.

Der größte Feind dieser Tiere ist an manchen Küstenstrichen zweifellos der Mensch. Vor allem im Raum des Indischen und Stillen Ozeans, vorwie-

gend in Südjapan, auf den Philippinen und in Indonesien, werden etwa fünf- undzwanzig bis dreißig Arten aus der Familie der Holothuriiden zu Trepang verarbeitet und gegessen. Trepang ist ein malaiisches Wort; die Malaien verstehen darunter gekochte, getrocknete oder geräucherte Seegurken, die für sie ein Leckerbissen sind. Besonders bevorzugt man dabei *Microthele nobilis*, die die Handelsnamen »mammy fish« oder »teat fish« trägt, ferner *Actinopyga echinites* und *Actinopyga mauritiana*, die beide »red fish« genannt werden, und schließlich *Thelenota ananas*, im Handel als »prickly fish« bezeichnet. Die Japaner verwenden zur Herstellung von Trepang den an ihren Küsten sehr häufigen *Stichopus japonicus*.

Trepang

Die eingesammelten Seewalzen werden aufgeschnitten und ausgeweidet, dann zur Entsalzung meist gekocht und darauf in der Sonne getrocknet, oft auch anschließend noch geräuchert. Gute Ware kommt bereits ohne die Hautschicht und die äußere Bindegewebsschicht, in der die Kalkplättchen eingelagert sind, in den Handel. Trepang dient meist zur Suppenbereitung. Hierzu schneidet man die getrockneten Hautmuskelschläuche in Streifen oder Würfel und kocht sie, wobei sie stark quellen und eine glasig-schleimige, sagoähnliche Beschaffenheit annehmen. Auf Samoa verzehren die Eingeborenen den Trepang roh, auf den Philippinen dagegen häufig geröstet. Sein hoher Eiweißgehalt von fünfzig bis sechzig vom Hundert macht ihn zu einem durchaus wertvollen Nahrungsmittel. Doch man darf wohl sagen, daß er unserem europäischen Geschmack weniger entspricht. Nach China sollen jährlich etwa dreitausend Tonnen Trepang für fünf bis sechs Millionen Dollar eingeführt werden.

Einen guten Schutz gegen mögliche Feinde und Angreifer gewähren den Holothuriiden sicherlich bestimmte Giftstoffe, die in den Schleimabsonderungen ihrer Haut und in den ausgestoßenen Eingeweiden beziehungsweise in den Cuvierschen Schläuchen (s. S. 323) vorkommen. Eines der Gifte wurde aus einer westindischen Art (*Actinopyga agassizi*) isoliert und bekam den Namen Holothurin. Es handelt sich dabei um ein Steroidglykosid mit saponin-ähnlichen Eigenschaften, also mit ausgeprägter blutzersetzender (hämolytischer) Wirkung. Mindestens dreißig weitere Arten aus bisher vier untersuchten Ordnungen der Seewalzen haben Giftstoffe, die vor allem Fischen sehr gefährlich werden können, jedoch für den Menschen völlig harmlos sind, wenn sie nicht in die Blutbahn geraten. Ob alle dreißig untersuchten Arten das gleiche Gift — das erwähnte Holothurin — erzeugen, ist nicht bekannt. Bei der Herstellung von Trepang werden die Giftstoffe übrigens zerstört.

Holothurin

Bewohner der Küsten des Indischen und Stillen Ozeans, die vom Fischfang leben, machen sich häufig die Giftwirkung der Seewalzen auf Fische zunutze; sie bringen festgebundene oder in kleinen Netzbeuteln gefangene Holothuriiden in Felstümpel oder quetschen die Eingeweide und den Körperschleim ins Wasser. Die Fische, die sich in dem vergifteten Wasser aufhalten, kommen betäubt an die Oberfläche und brauchen dann nur noch eingesammelt zu werden. Seewalzengifte sollen sogar Haien schaden und wurden verschiedentlich bei der Haibekämpfung angewandt.

Viele Arten der Gattungen *Holothuria* und *Actinopyga* stoßen, wenn sie angegriffen werden, durch den After lange weißliche oder rötliche Schläuche

Abwehreleinrichtungen

Cuviersche Organe

aus, die bis auf das Zwanzig- oder Dreißigfache ihrer ursprünglichen Länge dehnbar und ungewöhnlich zäh und klebrig sind. Meist verwickelt sich der Angreifer in dem fädigen, rasch haftenden Gewirr; er sucht sich zu befreien und verstrickt sich dadurch nur noch mehr. Durch all dies wird er abgelenkt und unterläßt weitere Angriffe. Diese zwei bis drei Millimeter dicken Schläuche, die Cuvierschen Organe, sind besondere Abzweigungen am Anfang der Wasserlungen; große Tiere können bis hundertfünfzig Stück davon entwickeln. Sie werden unter starker Zusammenziehung des gesamten Hautmuskelschlauches mit Hilfe eines aus den Wasserlungen kommenden kräftigen Wasserstoßes durch eine Reißstelle, die in der Kloakenwand vorgebildet ist, über den After nach außen geschleudert.

Ausstoßen
der Eingeweide

Die Mehrzahl der Seewalzen hat jedoch keine solchen Abwehrmöglichkeiten; sie erzielen aber eine ähnliche Wirkung durch Herauspressen der gesamten Eingeweide. Geschieht dies, so kriechen Darmkanal und Wasserlung einige Zeit außerhalb des Körpers langsam umher. Sie sind ebenfalls klebrig, so daß sich auch darin ein Angreifer verfangen kann. Nicht alle Seewalzen stoßen ihre Eingeweide durch den After aus; manche Arten treiben sie über einen spaltförmigen Riß im Hautmuskelschlauch hervor. Das Ausstoßen erfolgt nicht nur auf mechanische Reize hin, sondern auch dann, wenn sich die Umweltbedingungen verschlechtern, zum Beispiel bei raschem Ansteigen oder Sinken der Temperatur und in fauligem Wasser. Von einigen Arten weiß man, daß sie ihre Eingeweide regelmäßig, ohne ersichtlichen plötzlichen äußeren Reiz in bestimmten Jahreszeiten abstoßen. Seit langem ist dies von der im Mittelmeer und im Atlantik lebenden Königsholothurie (*Stichopus regalis*) bekannt, bei der im Oktober fast alle Tiere ohne Eingeweide angetroffen werden. Das gleiche hat man bei *Parastichopus californicus* beobachtet, der ebenfalls im Spätherbst sein Inneres entleert.

Echte Selbstverstümmelung, bei der ganze Körperabschnitte mitsamt der Körperwand abgetrennt werden, gibt es nur unter den Angehörigen der Familie der Synaptiden (s. S. 313). Faßt man sie an oder verschlechtern sich ihre Lebensbedingungen, so schnüren sie sich an mehreren Stellen ein und zerbrechen. Alle Bruchstücke sterben ab bis auf das vorderste, das die Tentakel trägt und sich wieder zu einem vollständigen Tier erneuert. Auch die Selbstverstümmelung kann in den Dienst der Feindabwehr gestellt werden; durch sie wird dem Angreifer ein Beutestück überlassen, das, wenn es nicht ausgerechnet das Vorderende trifft, für das Weiterleben des Tieres unbedeutend ist.

Erneuerung
verlorengangener
Körperteile

Die Erneuerung der herausgepreßten oder abgegangenen Eingeweide beginnt an den verbliebenen Darmstümpfen beziehungsweise an jenen häutigen Bändern, an denen der Darm in der Leibeshöhle aufgehängt ist. Tropische Holothurien können ihren gesamten Darmtrakt innerhalb von neun Tagen neu bilden. Die Königsholothurie benötigt dazu zwei bis drei Wochen, *Parastichopus californicus* ungefähr drei Monate.

Ungeschlechtliche
Vermehrung

Einige Arten der Gattungen *Cucumaria* und *Psolus* sowie *Holothuria parvula*, *Holothuria surinamensis* und wahrscheinlich auch *Actinopyga difficilis* können sich durch Einschnürung querteilen. Die Teilstücke ergänzen den fehlenden Abschnitt und wachsen zu vollständigen, auf ungeschlechtlichem

Wege entstandenen Seewalzen heran. Der Zerfall in mehrere Teilstücke jedoch, wie er bei der Selbstverstümmelung der Synaptiden vorkommt, hat nichts mit einer ungeschlechtlichen Vermehrung zu tun; denn da stets nur das tentakeltragende Bruchstück regeneriert, erfolgt keine Vermehrung.

Seewalzen gibt es nur im Meer. Dort aber haben sie so ziemlich alle nur möglichen Siedlungsgebiete erobert. Allerdings vertragen nur wenige Seewalzen brackisches Wasser, so zum Beispiel *Thyone*, die im Bereich von Flußmündungen zu leben vermag, oder *Thyonidium pellucidum*, die auch in den weniger salzhaltigen Gebieten der Nordsee und der westlichen Ostsee vorkommt. Zu dieser Gruppe gesellt sich noch *Protankyra similis*, die in Mangrovesümpfen anzutreffen ist.

Vorkommen

Wie die Haarsterne haben die Seewalzen das Zentrum ihrer Artendichte im Raum des Indischen und des westlichen Stillen Ozeans. Einige der in diesem Zentrum vertretenen Arten sind fast rings um die Erde in den tropischen und subtropischen Meeresgebieten verbreitet. Sehr auffallend ist es, daß die in flachen Küstengewässern lebenden Vertreter der Ordnung Aspidochirota — also die vorwiegend großen Formen mit schildförmig endenden Fangarmen — nach den nördlicheren, kälteren Breiten hin stark abnehmen; dort herrschen mehr die planktonfangenden Angehörigen der Ordnung Dendrochirota und die Synaptiden vor.

In Richtung Ostafrika begegnen wir im wesentlichen den gleichen Seewalzenarten wie im Raum des westlichen Stillen Ozeans. Eine bemerkenswerte Ausnahme macht aber Südafrika, an dessen Küstengebieten sich eine sehr eigenständige Holothurienfauna entwickelt hat. Eine Parallele dazu finden wir in Neuseeland, dessen Seewalzenfauna gleichfalls kaum engere Beziehungen zu der des benachbarten Australien erkennen läßt.

Wie im Indischen und Stillen Ozean, so zeigen sich auch im Atlantik mit zunehmender geographischer Breite dieselben Veränderungen im Formenreichtum. Das einzige von tropischen Verhältnissen geprägte Zentrum im Atlantik bildet der westindisch-karibische Raum mit einer kennzeichnenden Fauna, in der die großen Holothurienarten aus der Ordnung Aspidochirota vorherrschen. Im nördlichen Atlantik gibt es einige Seewalzen, die sowohl an den westeuropäischen als auch an den ostamerikanischen Küsten vorkommen; zu ihnen zählen *Cucumaria frondosa* und die Wurmholothurie (*Leptosynapta inhaerens*). Im Mittelmeer kommen außer vielen Arten, die auch im Atlantik verbreitet sind, einige nur dort heimische Formen vor, zum Beispiel die Röhrenholothurie (*Holothuria tubulosa*).

Eine eigenständige, durch Kaltwasserformen gekennzeichnete Seewalzenfauna haben die Polargebiete. Sie besteht zum Teil aus Arten, die sonst nur in tieferen Meeresschichten anzutreffen sind. Mit Ausnahme zweier außerordentlich nahe miteinander verwandter *Psolus*-Arten haben Arktis und Antarktis keine Seewalzen gemeinsam. Besonders interessante Holothurien haben sich in den Südpolargebieten herausgebildet. Hier gibt es nicht nur weit mehr Seewalzen als am Nordpol, sondern auch biologisch sehr bemerkenswerte Formen, so zum Beispiel fünfzehn verschiedene brutpflegende Arten.

Eine der vielen Überraschungen, welche die großen ozeanographischen Expe-

Tiefenverbreitung

ditionen der Jahrhundertwende aus den Tiefen der Meere heraufbrachten, war der hohe Anteil von Seewalzenarten an der allgemeinen Tiefseetierwelt. Bei der Auswertung moderner Tiefsee-Expeditionen ergab es sich sogar, daß in viertausend Meter Tiefe rund fünfzig vom Hundert, in 8500 Meter Tiefe sogar neunzig vom Hundert der Masse aller Lebewesen von Holothurien gestellt werden. Die Schleppzüge der »Galathea«-Expedition in den Jahren 1950 bis 1952, die in den tiefsten Abgründen des Weltmeeres unternommen wurden, bewiesen schließlich, daß die Seewalzen zu jenen wenigen Tieren gehören, die noch in die äußersten Tiefen vorzudringen und dort auch zu leben vermögen. Es gibt sogar eine ganze Gruppe seltsam gestalteter Seewalzen, die fast ausschließlich in der Tiefsee vorkommen; sie bilden die Unterordnung der Elaspodida (s. S. 310). Zu ihnen gesellen sich die Angehörigen der Aspidochirotenfamilie der Synallactiden (s. S. 310), vorwiegend in Tiefen zwischen tausend und fünftausend Meter, und einige Seewalzen aus den Unterordnungen Molpadia und Apodida. Zur Unterordnung der Apodida gehört auch *Myriotrochus bruuni* — jene Seewalze, die nach den Forschungen der »Galathea«-Expedition in den tiefsten Tiefen lebt. Sie wurde im Gebiet des Philippinengrabens aus 10 200 Meter Tiefe heraufgeholt.

Man fragt sich, wovon die Tiere in den einsamen, dünnbesiedelten Ebenen und Gräben der Tiefsee leben. Doch die moderne Tiefseeforschung hat gezeigt, daß die Tiefseeböden gar nicht so dünn besiedelt sind, wie man bis dahin angenommen hat. Aus den Wasserschichten, die über dem Boden liegen, sinken genügend organische Stoffe ab, von denen sich Bakterien und Fadenwürmer ernähren. Von diesen Bakterien und Fadenwürmern hinwiederum leben diejenigen Tiere, denen der Bodensatz als Nahrung dient und zu denen alle Holothurien der Tiefsee gehören.

Siedlungsdichte

Genaue Angaben über die Siedlungsdichte der Seewalzen gibt es nur in seltenen Fällen. Immerhin kennt man Berichte von einigen mehr oder weniger dichten Ansammlungen in umgrenzten Gebieten. Auf einer fünftausend Quadratmeter großen Sandfläche im seichten Wasser des Küstengebiets der Bermudainseln wurden einmal 675 *Stichopus moebii* gezählt; das ergibt umgerechnet auf je sieben bis acht Quadratmeter eine Seewalze dieser Art. Besonders eng nebeneinander siedeln häufig die Arten *Cucumaria curata* und *Holothuria glaberrima*; von ihnen können mehrere Dutzend Seite an Seite stehen beziehungsweise liegen. *Trachythyone elongata*, die bestimmte Weichböden der Nordsee bewohnt, erreicht stellenweise eine Siedlungsdichte von vier bis fünf Tieren je Quadratmeter. Die Häufigkeit, mit der die Seewalzen ein Gebiet bevölkern, ist stark vom Nahrungsgehalt der Böden abhängig.

Der hohe Anteil der Holothurien an der Besiedlung der Tiefsee wurde bereits erwähnt. Bedenkt man, daß ein einziger Schleppzug aus dem Sunda-graben in 7150 Meter Tiefe etwa dreitausend Einzeltiere von *Elpidia glacialis* gefaßt hat, so läßt das auf eine für diese außergewöhnlichen Bedingungen beträchtliche Bevölkerungsdichte schließen.

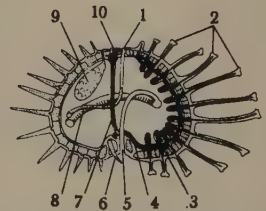
Dreizehntes Kapitel

Die Seeigel

Die SEEIGEL (Klasse Echinoidea; Abb. S. 333 ff. u. 345 ff.) sind halbkugelige, herz- oder scheibenförmige Stachelhäuter, die ihre Mundseite dem Untergrund zuwenden und in deren Körperwand Skelettplatten, die meist unbeweglich miteinander verbunden sind, eine feste Schale bilden. Die Skelettplatten tragen Stacheln und Greifzangen und sind in zehn Doppelreihen angeordnet, die vom Mund zur Mitte der Körperoberseite ziehen; dabei folgt stets auf eine mit Poren versehene Doppelreihe (Ambulacrum) eine ohne Poren (Interambulacrum). Der größte Seeigel (*Sperosoma giganteum*) erreicht einen Schalendurchmesser von 32 Zentimeter. Färbung bei vielen Arten dunkel, von schwarz über dunkelbraun oder olivbraun, rotbraun, purpurn und violett bis zu schmutzigem Gelb, Grün und Weiß. Neben einheitlich gefärbten Formen gibt es zahlreiche gemusterte Arten mit hellen oder andersfarbig geringelten Stacheln, blauen, weißen oder roten Streifen und Flecken auf der Schale (Abb. S. 336). Zwei Unterklassen: 1. Perischoechinoidea mit einer Ordnung und einer Familie (s. S. 330); 2. Euechinoidea mit dreizehn Ordnungen und vierzig Familien (s. S. 330).

Ungefähr die Hälfte aller Seeigelarten hat eine mehr oder weniger abgeplattete Apfelform. Bei ihnen liegt der Mund in der Mitte der Körperunterseite und der After im Zentrum der Oberseite. Sämtliche Seeigel, die derart gestaltet sind, nennt man REGULÄRE SEEIGEL. Die andere Hälfte der Arten dagegen verändert ihren gleichmäßigen Körperbau nach der Verwandlung (Metamorphose). Der After wandert vom Mittelpunkt der Oberseite an den Rand der Unterseite oder tritt sogar vollständig auf sie über; dadurch wird der Körper nachträglich zweiseitig-symmetrisch. Fast immer ist damit auch eine Streckung in Richtung der Wanderung des Afters verbunden, so daß ein ovaler Umriß entsteht (Abb. 5, S. 348). Die solchermaßen gebauten Seeigel werden als IRREGULÄRE SEEIGEL bezeichnet. Im Gegensatz zu den regulären Seeigeln, die bei der Fortbewegung mit jeder beliebigen Körperflanke vorangehen können, sind das Vorder- und das Hinterende bei den irregulären Seeigeln festgelegt. Das Hinterende befindet sich da, wo der After sitzt, das Vorderende am entgegengesetzten Körperende. Bei den Herzseeigeln wandert nicht nur der After nach hinten, auch der Mund verschiebt sich aus der Mitte der Unterseite gegen das Vorderende. Zudem bildet sich auf der Vorderseite eine rinnenartige Schalenvertiefung, die diesen Tieren das bezeichnende herzförmige Aussehen verleiht. Viele der irregulären Seeigel ha-

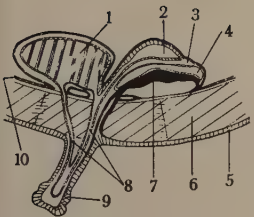
Klasse
Seeigel
von H. Fechter



Schematischer Schnitt durch einen Seeigel: 1 After, 2 Füßchen, 3 Füßchenampullen, 4 Radialkanal des Wassergefäßsystems, 5 Mundöffnung, 6 Zahn, 7 Steinkanal, 8 Darm, 9 Keimstock, 10 Siebplatte.



Seigel, in der Mitte durchgeschnitten und aufgeklappt: 1 Füßchen, 2 Darm, 3 Keimstock, 4 Enddarm, der durch den After nach außen mündet, 5 Steinkanal, 6 Nebendarm, 7 Schlund, 8 Ampullenreihen der Füßchen, 9 Kieferapparat (s. S. 326).



Querschnitt durch die Körperwand eines Seeigels im Bereich eines Füßchens: 1 Füßchenampulle, 2 Radialkanal des Wassergefäßsystems, 3 Blutbahn, 4 Kanal der dritten Leibeshöhle, 5 Haut, 6 Skelettplatte, 7 ektoneuraler Nervenstrang, 8 Füßchenporen, 9 Füßchen, 10 Bauchfell.

ben einen stark scheibenförmig abgeflachten Körper. Sie werden im amerikanischen Sprachgebrauch deshalb treffend »Sanddollars« genannt (Abb. 7 u. 8, S. 348). Manche der Sanddollars weisen einen lappig zerklüfteten Schalenrand auf, andere wieder haben schlitzzartige Durchbrechungen (Lunulae) des Körperandes (Abb. 6, S. 348).

Wie bei den Stachelhäutern üblich, besteht die Körperwand aus drei Schichten: der Haut, dem Bindegewebe und dem Bauchfell. Fast immer sind die Haut- und Bauchfellzellen mit Wimpern besetzt. Die Haut überzieht alle äußeren Anhänge der Körperwand und ist nur an den Spitzen der Stacheln abgerieben. Das Bauchfell bekleidet die Innenseite der Körperwand und die Organe der Leibeshöhle.

In der mächtigen Bindegewebsschicht ist das aus Kalkplatten zusammengesetzte Stützskelett entwickelt. Die Platten sind nur bei den urtümlichen Lederseeigeln und bei einigen wenigen Diademseeigeln (s. S. 331) gegeneinander beweglich, sonst aber starr miteinander verbunden. Sie tragen kleine halbkugelige Gelenkköpfe, von denen sich die Stacheln erheben. An der Stachelbasis setzen rundherum Muskeln an, die von einem ringförmigen Bezirk am Fuße des Gelenkhöckers ausgehen. Diese Muskulatur besteht aus einer äußeren Schicht, die von rasch arbeitenden, gewöhnlichen, glatten Muskelfasern gebildet wird, und einer inneren Schicht aus Sperrmuskeln, die den Stachel für längere Zeit starr in einer Stellung festhalten können (Abb. S. 328).

Die Stacheln selbst sind meist unterschiedlich groß und können sehr verschiedene Formen haben. Primärstacheln heißen die langen, häufig etwas kräftigeren Stacheln; sie erreichen bei manchen Arten Längen von über dreißig Zentimeter, also ein Vielfaches des Schalendurchmessers. Sekundärstacheln werden die kleinen Stacheln genannt, die manchmal wie Schuppenplättchen aussehen und sich — zum Beispiel bei den Lanzenseiegeln — schützend um die Basis der Primärstacheln scharen (Abb. 1, S. 336). Neben den klobigen, massigen Stacheln der Griffel- und Lanzenseigel (Abb. 5, S. 336) oder den stricknadeldünnen langen Stacheln der Diademseeigel (Abb. 2, S. 336) gibt es auch kurze prismatische Stacheln wie die von *Colobocentrotus* (Abb. 4, S. 336). Den im Sand eingegrabenen irregulären Seeiegeln wären lange Stacheln nur hinderlich. Ihr Stachelkleid ist kurz und borstig; die Stacheln sind an den Körper angelegt, stehen also nicht starr von ihm ab wie bei den regulären Seeiegeln (Abb. S. 346 u. 348).

Zwischen den großen und kleinen Stacheln erheben sich von der Körperwand winzige, auf stielartig kleinen Stacheln sitzende Greifzangen (Pedicellarien) mit drei Zangenbacken, die geöffnet und geschlossen werden können. Die Zangenbacken können — ihren verschiedenen Tätigkeiten entsprechend — sehr unterschiedlich gebaut sein. So haben die Klappzangen lange und schlanke, die Beißzangen dagegen breite, löffelförmige Backen mit gezähnten Rändern. Sie wehren vorwiegend zudringliche Tiere ab, die sich im Stachelwald niederlassen wollen. Kleine, breite, ungezähnte Backen finden wir bei den Putzzangen, deren Aufgabe es ist, die Oberfläche des Körpers von abgelagerten Teilchen zu säubern. Als Abwehrwaffe gegen Angreifer dienen die Giftzangen. Ihre Backen tragen außen je eine zusammenziehbare Giftdrüse, die neben der zahnartigen Backenspitze ausmündet. Manche die-

ser Giftzangen besitzen knapp unter den Backen, also am Stiel, drei weitere kugelförmige Giftdrüsen, deren Ausführungsgänge gegen die Zangen hin gerichtet sind (Abb. S. 331 u. 338; s. Giftwirkung, S. 352).

Von der Körperwand erheben sich außerdem in fünf Doppelreihen, die vom Mund zur Mitte der Körperoberseite ziehen, schlauchförmige, sehr bewegliche Fortsätze; gewöhnlich enden sie in einem Saugnapf. Es sind die Füßchen der Seeigel, mit denen sie sich festhalten und an Wänden hochziehen. Die außerordentlich dehnbaren Füßchen können weit ausgestreckt und beträchtlich eingezogen werden. Die Skelettplatten (in diesem Fall die Ambulacralplatten), von denen sie ausgehen, weisen an jedem Ursprung eines Füßchens ein Porenpaar auf; durch diese Poren treten aus dem Körperinnern Seitenzweige des Wassergefäßsystems in die Füßchen aus (Abb. S. 339 Mitte).

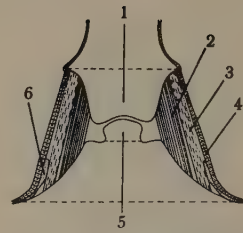
Während bei den regulären Seeigeln die Ambulacralplatten und ihre Füßchen in fünf gleichmäßig breiter und wieder schmaler werdenden Doppelreihen stehen, die von den benachbarten durch je eine Doppelreihe von Zwischenambulacralplatten (Interambulacralplatten) getrennt sind, sind sie bei den irregulären Seeigeln auf der Körperoberseite in Form eines blütenblattähnlichen Feldes (Petalodium; Abb. S. 341) angeordnet. Die Felder der fünf Doppelreihen von Ambulacralplatten bilden zusammen einen blütenartigen Fächer, die Rosette. Bei den Sanddollars tragen häufig auch die Interambulacralplatten Füßchen.

Der Bau des Wassergefäßsystems entspricht dem Grundschema bei den Stachelhäutern. Vom schlundumschlingenden Ringkanal gehen unter den Skelettplatten fünf Radialkanäle ab, die zur Mitte der Körperoberseite verlaufen. Sie geben Seitenzweige ab, die jeweils über zwei Kanäle in die Füßchen eintreten. Vor dem Austritt durch die Skelettplatten erweitert sich der Seitenkanal taschenartig zu einer mit Muskeln versehenen Ampulle, die dieselben Aufgaben hat wie bei den Seewalzen (s. S. 306). Vom Ringkanal erhebt sich ein Steinkanal, der zur Mitte der Körperoberseite zieht und dort durch eine Siebplatte (Madreporenplatte) nach außen mündet (Abb. S. 326).

Der Mund ist von Mundfüßchen umstellt und liegt auf der Unterseite des Körpers inmitten eines meist häutigen, in jedem Falle aber beweglichen Mundfeldes. Aus der Mundöffnung, die von einer ringwulstartigen Lippe umgeben ist, ragen bei den regulären Seeigeln und den Sanddollars fünf zu einem Kegel aneinandergelegte Zahnspitzen hervor. Sie sind nur die Enden langer, stetig nachwachsender Zähne, von denen jeder in einem eigenen keilförmigen Kiefergerüst verankert ist. Die fünf Kiefer umgeben den Schlund: Sie sind durch Muskeln beweglich miteinander zu einem komplizierten auf- und zuklappbaren Kieferapparat verbunden. Dieser Apparat wird seit Plinius dem Älteren (23–79 n. Chr.), dem berühmten römischen Naturforscher, als »Laterne des Aristoteles« bezeichnet (Abb. S. 339 u. 340).

Der Schlund der Seeigel führt in einen langen Darmkanal, der in zwei gegenläufige waagerechte Windungen gelegt ist; ihn begleitet im Bereich der ersten Windung ein schmaler Nebendarm. Der Enddarm steigt zum After auf, der in einem von mehreren kleinen Platten bedeckten Afterfeld ausmündet.

Bei den Seeigeln sind nur zwei Nervensysteme gut entwickelt, während



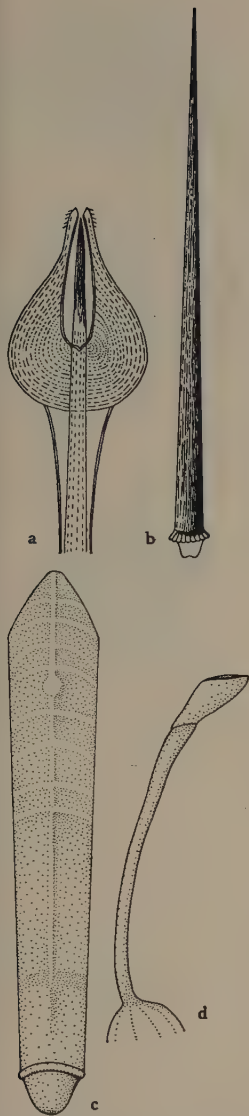
Schnitt durch den unteren Teil eines Seeigelstachels: 1 Gelenkpfanne am unteren Stachelende, 2 Sperr- oder Haltemuskel, 3 Bewegungsmuskel, 4 Hautschicht, 5 Gelenkkopf der Skelettplatte, die den Stachel trägt, 6 Nervenring (s. S. 327).

Wassergefäßsystem

Ernährungssystem

»Laterne des Aristoteles«

Nervensystem



Stacheltypen von Seeigeln:
 a Lederseeigel mit Gift-
 blase an der Spitze, b ge-
 wöhnlicher Hauptstachel
 eines Seeigels, c Hauptstachel
 des Griffelseiegels, d
 Hauptstachel von der Un-
 terseite des Lederseeigels
 mit hufartiger Verbreite-
 rung am Ende [s. S. 327].

das hyponeurale System – der fehlenden Skelettmuskulatur entsprechend – stark rückgebildet und auf den Kauapparat beschränkt ist. Am besten ist das ektoneurale System ausgebildet; es folgt dem Verzweigungsschema des Wassergefäßsystems, verläuft zwischen dem Radialkanal und der Leibeswand, versorgt die Füßchen und bildet unter der Haut ein Nervenetz. Das aborale Nervensystem liegt im Geschlechtskanal und entsendet Nervenfasern in die Geschlechtsorgane. Das Nervenetz der Haut endet in vielen Sinneszellen; besonders gehäuft sind sie auf der Innenseite der Greifzangenbacken, auf den Füßchen und Stacheln. Sie nehmen mechanische, chemische und optische Reize wahr. Sinnesorgane fehlen den Seeigeln.

Die Sauerstoffaufnahme erfolgt an allen dünnwandigen Stellen der Körperoberfläche. Am besten sind hierfür die zahlreichen Füßchen geeignet, die über die kiemenblattartigen Ampullen den Sauerstoff in die Leibeshöhlenflüssigkeit abgeben. Durch die Wimpern des Bauchfells wird die Flüssigkeit ständig in Bewegung gehalten und führt den gelösten Sauerstoff an die einzelnen Organe heran. Viele reguläre Seeigel haben am Mundfeldrand zehn Schalenschlitze; aus ihnen können gelappte Hautsäckchen hervorgepreßt werden, die ebenfalls dem Gasaustausch dienen und die man deshalb als Kiemen bezeichnet.

Für die im Boden grabenden irregulären Seeigel ist die ausreichende Zufuhr von Sauerstoff ein besonderes Problem. Sie haben zu diesem Zweck die von der Rosette sich erhebenden Füßchen stark blattartig verbreitert und so zu Kiemen umgewandelt. Ihnen wird durch die Wimpern der Körperhaut und durch dicht bewimperte, ruderförmige kleine Stacheln, die in einem die Rosette umgebenden oder in ihr befindlichen Kranz (Fasciole) stehen, ständig frisches, sauerstoffhaltiges Wasser zugetrieben (Abb. S. 340 Mitte u. 341).

Den Darm umgibt ein nährstoffsammelndes Geflecht von Blutlakunen. Das Blut der Lakunen sammelt sich in zwei einander gegenüberliegenden Darmlängsgefäßen, die beide in das den Schlund umgebende Ringgefäß einmünden – das innere Gefäß direkt, das äußere auf dem Umweg über das Axialorgan, das am Steinkanal entlangzieht. Teile des Axialorgans und manche Abschnitte der Darmlängsgefäße pulsieren und treiben die Blutflüssigkeit voran. Vom Ringgefäß gehen Radialgefäße aus, die dem Wassergefäßsystem folgen; sie versorgen die Füßchen. Das obere Ende des blutführenden Axialorgans steht mit einem Ringgefäß der Oberseite in Verbindung, von dem aus die Geschlechtsorgane gespeist werden.

Seeigel sind getrenntgeschlechtlich. Männchen und Weibchen lassen sich äußerlich nur selten unterscheiden. Die Keimstöcke haben die Form von langen Säcken, die unter den Interambulacralplatten entwickelt sind; von ihnen hängen sie in die Leibeshöhle herab. Während die regulären Seeigel stets fünf Keimstöcke hervorbringen, wird bei den irregulären Seeigeln eine Keimstockanlage durch die Wanderung des Afters (vgl. S. 326) zerstört, so daß bei ihnen meist nur vier, manchmal auch lediglich drei oder zwei Keimstöcke vorhanden sind. Die Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane münden jeweils auf der obersten Interambulacralplatte, die deshalb Genitalplatte genannt wird.

Fast alle zur Unterklasse der PERISCHOECHINOIDEA gehörenden Seeigelgruppen sind im Erdaltertum ausgestorben. Nur die Ordnung der Lanzenseeigel (Cidaroida) mit der einzigen Familie LANZENSEEIGEL (Cidaridae) blieb bis heute erhalten. Ambulacralplatten einfach, also nicht zusammengesetzt, überqueren ebenso wie die Interambulacralplatten das Mundfeld und reichen bis an die Mundöffnung heran; jede Interambulacralplatte trägt einen mächtigen Stachel, der auf einem entsprechend großen Gelenkhöcker sitzt.

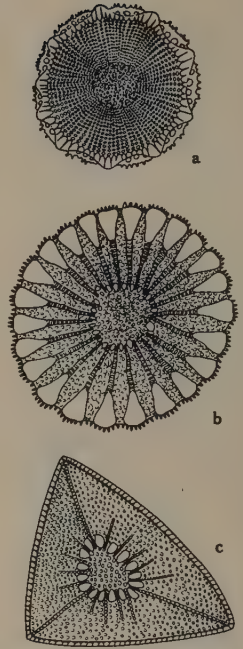
Der bekannteste europäische Vertreter dieser Gruppe ist der LANZEN-IGEL (*Cidaris cidaris*). Schalendurchmesser bis 6,5 cm, Höhe 4 cm; mit bis zu 13 cm langen, dicken Primärstacheln auf den Interambulacralplatten; Sekundärstacheln klein und flach, umgeben schützend die Basis der Primärstacheln und bedecken die Füßchenreihen. Färbung schmutziggelb, grünlich oder rötlich; Stachelbasis rosa. Mittelmeer und Atlantik, von Norwegen bis Kap Verde, in 50 bis 2000 Meter Tiefe. Ähnlich, aber etwas kleiner ist *Stylocidaris affinis*; Primärstacheln grau, mit Dörnchen besetzt; Sekundärstacheln rötlich. Im Mittelmeer und im Ostatlantik sehr häufig, von 30 bis 1000 Meter Tiefe.

Alle übrigen nach dem Erdaltertum auftretenden Seeigel gehören der Unterklasse EUECHINOIDEA an, also die überwiegende Mehrzahl aller heute lebenden Arten. Ambulacral- und Interambulacralplatten stets in fünf Doppelreihen angeordnet. Vier Überordnungen: 1. Diadematacea (s. unten): reguläre Seeigel ohne Längskiel auf der Zahninnenseite; drei Ordnungen. 2. Echinoacea (s. S. 331): reguläre Seeigel mit einem Längskiel auf der Zahninnenseite; fünf Ordnungen. 3. Gnathostomata (s. S. 332): irreguläre Seeigel, deren Kieferapparat lebenslänglich vorhanden ist; zwei Ordnungen. 4. Atelostomata (s. S. 337): irreguläre Seeigel, denen im Erwachsenenzustand der Kieferapparat fehlt; drei Ordnungen.

Die drei Ordnungen der Überordnung DIADEMATACEA sind wie folgt gekennzeichnet: a) Ordnung LEPIDOCENTROIDA: Skelettplatten überlappen sich dachziegelartig, sind gegeneinander beweglich; Ambulacralplatten überqueren das Mundfeld bis zum Mundrand; Stacheln hohl. Einzige Familie: LEDERSEEIGEL (Echinothuridae; s. unten). b) Ordnung Diadematoidea: Ambulacralplatten überqueren das Mundfeld nicht; Stacheln hohl. Drei Familien (s. unten). c) Ordnung Pedinoida: Ambulacralplatten überqueren das Mundfeld nicht; Primärstacheln fest, Sekundärstacheln hohl. Einzige Familie PEDINIDAE, mit vorwiegend im Indischen und Stillen Ozean heimischen Tiefseeformen.

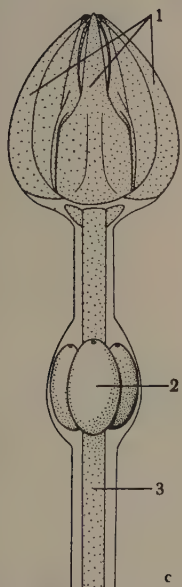
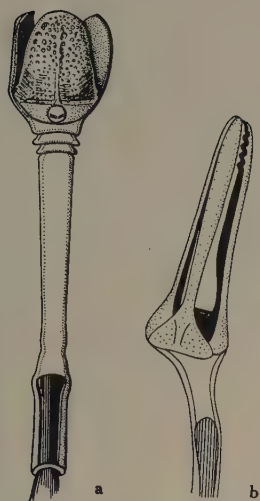
Die LEDERSEEIGEL (Familie Echinothuridae) besitzen zehn Muskelfächer, die von der Schale blendenartig (septenartig) in die Leibeshöhle vorspringen. Mit ihrer Hilfe kann der Körper kugelartig aufgebläht oder kuchenförmig abgeflacht und die Körperwand wellenartig bewegt werden. Die Tiere sind vielfach bunt gefärbt und mit Giftstacheln versehen (Abb. S. 329 a); sie leben vorwiegend in der Tiefsee. Die Art *Asthenosoma varium* (Abb. 6, S. 336) ist aber im indomalaiischen Archipel auch in der Gezeitenzone verbreitet.

Unter den Angehörigen der Ordnung DIADEMATOIDEA besitzen die Arten der Familie ASPIDODIADEMATIDAE lange, schlanke, auslegerartige Stacheln, die



Querschnitte durch Seeigelstacheln: a Lanzenseigel, b Arbacia, c Coelopleurus (s. S. 327).

Familie
Lederseeigel



Die verschiedenen Pedicellariantypen: a Beißzange, b Klappzange, c Giftzange. 1 Zangenbacken mit außen angelagerten Giftdrüsen, 2 zusätzliche Giftdrüsen, 3 Skelettstab (s. S. 327).

abwärts gekrümmt und zum Teil am Ende hufförmig verbreitert sind (Abb. 7, S. 336). Die DIADEMSEEIGEL (Diadematidae) sind im Roten Meer, im Indischen und im Stillen Ozean durch die weitverbreitete Art *Diadema setosum* (Abb. 2, S. 336) vertreten. Die sehr langen, nadelartigen Stacheln dieses Diademseeigels sind mit kleinen Dornen besetzt. Das Tier ist schwarz mit weißen Flecken, zahlreichen blauen Punkten und einem orangefarbenen Ring am After. Der Schalendurchmesser beträgt bis 9 cm. In oft großer Anzahl besiedelt dieser Seeigel die Küstenzonen (s. S. 354). Der einzige europäische Diademseeigel ist *Centrostephanus longispinus*. Er hat einen Schalendurchmesser von 4 bis 6 cm und Primärstacheln von 6 bis 9 cm Länge. Das braunviolette, auf Stacheln heller geringelte Tier besiedelt das Mittelmeer und den Atlantik in 40 bis 200 Meter Tiefe. Zu den Diademseeigeln gehört auch die Gattung *Echinothrix* (s. S. 351). Die Familie MICROPYGIDAE besteht aus nur zwei Arten in der Tiefsee der indomalaiischen Region.

Die Überordnung der ECHINACEA gliedert sich wie folgt:

a) Ordnung SALENOIDA: mit einer oder mehreren großen, vieleckigen Platten im Afterfeld, Interambulacralplatten mit je einem langen, schlanken, dornigen Stachel. Einzige Familie: SALENIIDAE.

b) Ordnung PHYMOSOMATOIDA: ohne große eckige Platten im Afterfeld, Interambulacralplatten ebenfalls mit je einem großen Stachel auf entsprechend großem Höcker. Zwei Familien: PHYMOSOMATIDAE und STOMOPNEUSTIDAE, mit nur je einer Art.

c) Ordnung ARBACIOIDEA: mit vier bis fünf großen sektorförmigen Platten im Afterfeld. Eine Familie: ARBACIIDAE. Hierzu SCHWARZER SEEIGEL (*Arbacia lixula*); Schalendurchmesser bis 5,8 cm, Höhe 2,5 cm, Stacheln gleich lang. Im Mittelmeer häufig auf der Brandung ausgesetzten Hartböden; bedeckt sich im Gegensatz zum Steinseeigel nicht mit Fremdkörpern; wandert nachts umher und nährt sich gern von Kalkalgen. Weitere Art: *Coelopleurus floridanus* (vgl. S. 339).

d) Ordnung TEMNOPLEUROIDA: Ausschnitt im Kiefergerüst durch Spangen überbrückt; Schalenoberfläche mit zahlreichen Vertiefungen oder mit weit eingeschnittenen Kiemenschlitzen am Mundfeldrand. Zwei Familien. Zur Familie TEMNOPLEURIDAE gehören mit 6 bis 7 mm Schalendurchmesser die kleinsten Seeigel, sie haben meist kurze, hell gebänderte Stacheln und siedeln überwiegend in tropischen Meeren. Bei der Familie TOXOPNEUSTIDAE hat die Schale keine Skulpturierung, aber tiefe Kiemenschlitze. Der hierzu zählende VIOLETTE SEEIGEL (*Sphaerechinus granularis*; Abb. S. 345) hat einen Schalendurchmesser bis zu 13 cm und eine purpurviolette Farbe; die kurzen, stämmigen Stacheln sind mit weißen Spitzen versehen. Er ist im Mittelmeer und im Atlantik vom Ärmelkanal bis zum Golf von Guinea in 3 bis 100 Meter Tiefe verbreitet und stellenweise häufig. Der WEISSE WESTINDISCHE SEEIGEL (*Lytichinus variegatus*; s. S. 343) ist eigentlich grünlichweiß, kommt aber auch in bräunlichen und purpurnen Formen vor. Sein Schalendurchmesser beträgt 8,5 cm. Im Indopazifik ist *Toxopneustes pileolus* verbreitet — ein Seeigel, der außergewöhnlich große Giftzangen (s. S. 352) besitzt und einen Durchmesser bis 15 cm hat. Zu dieser Familie gehört auch *Tripleneustes gratilla* (s. S. 352 u. 353).

e) Ordnung ECHINOIDA: Ausschnitt im Kiefergerüst durch Spangen überbrückt; keine Vertiefung auf der Schalenoberfläche; Kiemenschlitze seicht, oft undeutlich. Vier Familien, von denen die ECHINIDAE besonders hervorgehoben sein sollen, da zu ihnen die an europäischen Küsten am häufigsten vorkommenden Seeigel gehören. Der ESSBARE SEEIGEL (*Echinus esculentus*; Abb. 3, S. 336; vgl. Abb. S. 333) ist von Norwegen und Island bis nach Portugal von der Meeresoberfläche bis in 1200 Meter Tiefe verbreitet. Sein größter Schalendurchmesser beträgt 17,5 cm. Er ist fleischfarben oder auch grünlich gezeichnet. Der STRANDSEEIGEL (*Psammechinus miliaris*; s. S. 340, 343 u. 350) hat einen Schalendurchmesser bis 15 cm. Er ist grünlich mit dunkleren Stachelspitzen. Man findet ihn von Norwegen bis Marokko und in der westlichen Ostsee von der Oberfläche bis in hundert Meter Tiefe; er fehlt aber im Mittelmeer, wo er durch die etwas kleinere und heller gefärbte Art *Psammechinus microtuberculatus* vertreten ist. Der häufigste europäische Seeigel ist der STEINSEEIGEL (*Paracentrotus lividus*; s. S. 340, 344 u. 351) mit einem Schalendurchmesser bis zu 7 cm. Dieser dunkelviolette, bräunliche oder grünliche Seeigel siedelt von Irland bis zu den Kanarischen Inseln und im Mittelmeer von der Oberfläche bis in achtzig Meter Tiefe.

Weitere Familien der Ordnung Echinoida sind die Echinometridae, Parasaleniidae und Strongylocentridae. Die ECHINOMETRIDAE haben vielfach eine ovale Schale; von ihr seien folgende Gattungen und Arten genannt: *Echinometra mathaei* (Verbreitung s. S. 355); purpurfarben, bräunlich oder grünlich; größter Schalendurchmesser 7,3 cm. GRIFFELSEEIGEL (*Heterocentrotus mammillatus*; Abb. 5, S. 336) aus dem Indischen und Stillen Ozean mit 8 bis 12 cm langen und 1,3 cm dicken Stacheln. *Colobocentrotus* (s. S. 338; Abb. 4, S. 336) mit konisch verbreiterten Stacheln. *Echinostrephus* (s. S. 340). Die einzige lebende Gattung der Familie PARASALENIIDAE ist *Parasalenia* mit zwei Arten im Indischen und im westlichen Stillen Ozean. In der Familie STRONGYLOCENTRIDAE ist die artenreichste Gattung *Strongylocentrotus* mit dem in den kalten nördlichen Meeren verbreiteten *Strongylocentrotus dröbachiensis* und den beiden für die nordamerikanische Küste des Stillen Ozeans sehr kennzeichnenden purpurfarbenen Arten *Strongylocentrotus purpuratus* und *Strongylocentrotus franciscanus*, die einen Schalendurchmesser von 18 bzw. 25 cm haben.

Mit der Überordnung GNATHOSTOMATA kommen wir zu den irregulären Seeigeln. Eine der beiden Ordnungen dieser Gruppe, die der HOLECTYPOIDA, ist ein Bindeglied zwischen den regulären und den irregulären Seeigeln. Diese ovalen Seeigel besitzen keine blütenblattähnlichen Felder (Petalodien) auf der Oberseite. Die Ambulacralplatten auf der Unterseite sind schmaler als die Interambulacralplatten. Nur eine Familie: ECHINONEIDAE mit vier lebenden Arten.

Die zweite Ordnung dieser Überordnung wird unter dem Namen SAND-DOLLARS (Clypeasteroidea) zusammengefaßt. Wie der volkstümliche Name schon sagt, handelt es sich um scheibenförmig abgeflachte Seeigel; sie besitzen fünf Petalodien. Die Stacheln sind sehr kurz und dicht. Der Mund befindet sich inmitten der Unterseite, deren Ambulacralplatten breiter als die Interambulacralplatten sind. Wir unterscheiden neun Familien:

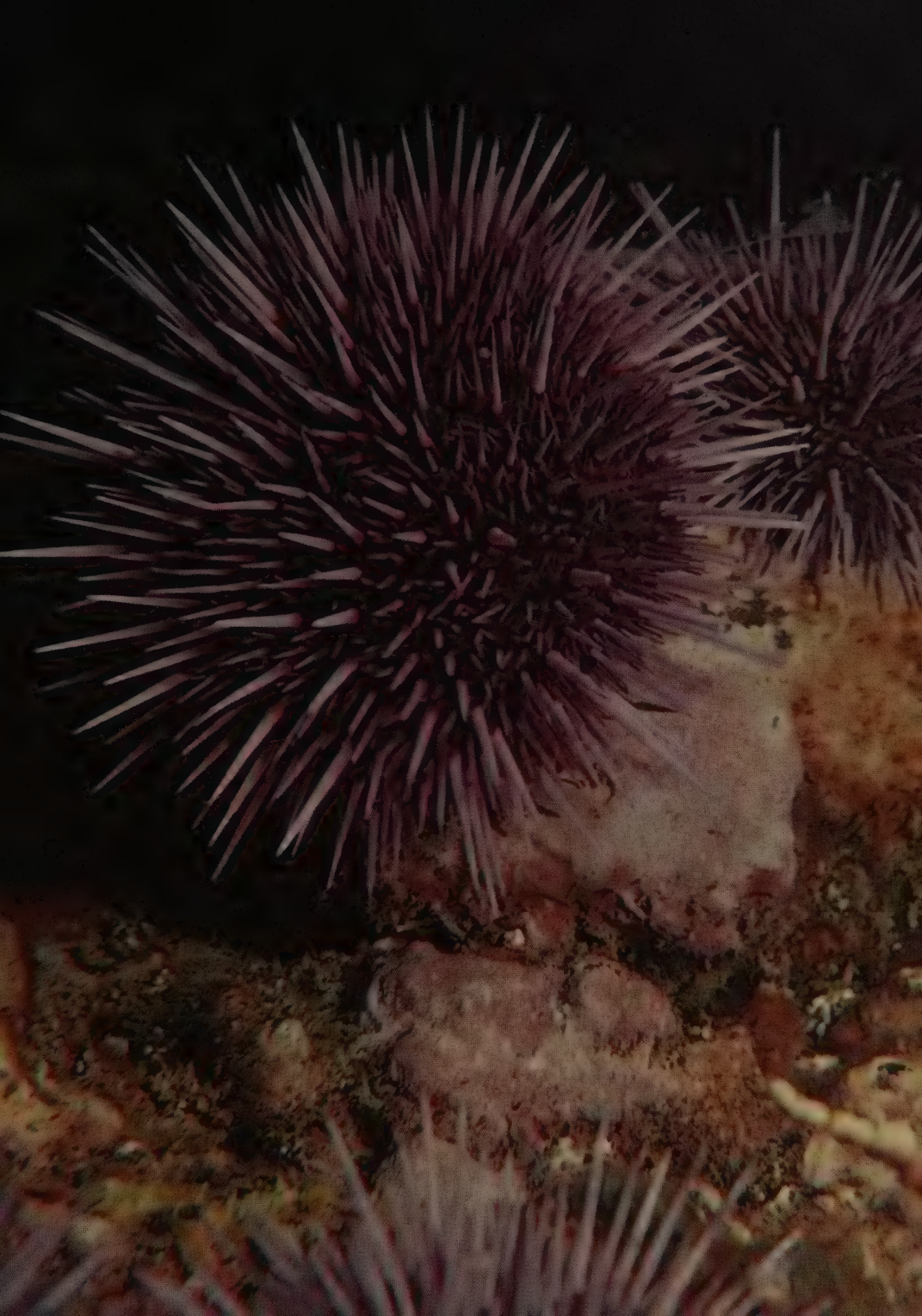
▷
Der Seeigel *Echinus melo*
(s. S. 332; vgl. Abb. 3,
S. 336) lebt im Atlantik
und Mittelmeer

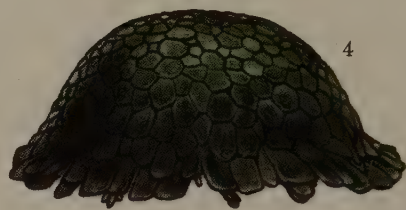
▷▷
Der Lanzenigel (*Eucidaris
tribuloides*; vgl. S. 330)
kommt sowohl in westin-
dischen Gewässern als auch
an der ostatlantischen
Küste im Gebiet der Kap-
verdischen Inseln und des
Golfes von Guinea vor

▷▷▷
Purpurreseeigel (*Strongylo-
centrotus purpuratus*;
s. S. 340) von der Küste
Kaliforniens









Die CLYPEASTERIDAE mit der Gattung *Clypeaster* besiedeln in vielen Arten die Sandböden der wärmeren Meere, sind an den europäischen Küsten jedoch nicht heimisch. Das Vorkommen der ARACHNOIDIDAE ist auf Australien, Neuseeland und den indomalaiischen Raum beschränkt. Die LAGANIDAE sind dickrandige Sanddollars der seichten Gewässer des Indischen und des westlichen Stillen Ozeans. Die ASTRICLYPEIDAE sind mit Schalenschlitzen versehen; hierzu gehört als typische Art der im Raum des Indischen und des westlichen Stillen Ozeans vorkommende *Echinodiscus auritus* mit zwei Schalenschlitzen am Hinterrand. Zu den DENDRASTERIDAE zählt *Dendroaster excetricus*, ein an der nordamerikanischen Küste des Stillen Ozeans sehr häufiger Sanddollar. Zu den ECHINARACHNIIDAE gehört *Echinarachnius parma* (Abb. 7 u. 8, S. 348), der an der Atlantikküste Nordamerikas sehr verbreitet ist. Einen gelappten Schalenhinterrand haben die ROTULIDAE mit der an der westafrikanischen Küste lebenden Art *Rotula orbiculus* (Abb. 1, S. 348), die einen Durchmesser von 7,5 cm hat. Die sogenannten »SCHLÜSSELLOCH-SANDDOLLARS« (Familie Mellitidae) zeichnen sich durch mehr als zwei Schalenschlitze aus. So besitzt die bis 9 cm lange, aber nur 0,6 cm hohe *Mellita sexiesperforata* (Abb. 6, S. 348) sechs Schalenschlitze; sie ist im Westatlantik von Südcarolina bis zum Rio de la Plata verbreitet.

Eine bemerkenswerte Ausnahme unter den irregulären Seeigeln finden wir in der Familie FIBULARIIDAE. Es ist der ZWERGSEEIGEL (*Echinocyamus pusillus*), der sich im Gegensatz zu anderen Irregulären gewöhnlich nicht eingräbt, sondern zwischen gröbere Stücke auf dem Untergrund schiebt und die noch bloßliegenden Körperflächen mit Fremdkörpern bedeckt. Dieser eiförmige, 8 bis 10 mm lange und 4 mm hohe Seeigel ist grau gefärbt und lebt an den europäischen Küsten von Norwegen bis Nordwestafrika, ferner im Mittelmeer. Man findet ihn auf Sand- und Kiesboden von der Meeresoberfläche bis in 1250 Meter Tiefe.

Die letzte Überordnung, die der ATELOSTOMATA, umfaßt ebenfalls irreguläre Seeigel. Wir gliedern sie in drei Ordnungen:

a) CASSIDULOIDA: Ambulacralplatten bilden nahe dem Mund ein blattartig verbreitertes Feld; mundnächste Interambulacralplatten auffällig gewölbt. Genitalplatten eng beieinanderliegend. Schale rund oder eiförmig. Sandbewohner. Fünf artenarme Familien: Neolampadidae, Apatopygidae, Pliolampadidae, Cassidulidae und Echinolampadidae.

b) HOLASTEROIDA: vordere und hintere Genitalplatte voneinander getrennt oder sehr weit nach vorne gerückt; hinter der Unterlippe mindestens eine große unpaare Interambulacralplatte. Vier artenarme, vorwiegend in der Tiefsee lebende Familien: Holasteridae, Urechinidae, Calymnidae und Pourtalesidae. Zu der letzteren Familie gehören die in ihrer Gestalt am stärksten abgewandelten irregulären Seeigel, so zum Beispiel *Pourtalesia jeffreysi* (Abb. 2 bis 4, S. 348) mit flaschenförmiger Schale, Durchmesser 6 cm, purpurviolett; in 50 bis 2450 Meter Tiefe um Island, die Faröer und Spitzbergen.

c) HERZSEEIGEL (Spatangoida): Genitalplatten eng beieinanderliegend; Hinterrand der Unterlippe grenzt an große paarige Interambulacralplatten. Zwölf zum Teil artenarme oder wenig verbreitete Familien: Palaeoportunidae, Palaeo-

Seeigel:

1. Ein Lanzenseegel (*Prionocidaris baculosa*)
2. Ein Diademseeigel (*Diadema setosum*; s. S. 331, Abb. S. 347)
3. Eßbarer Seeigel (*Echinus esculentus*; s. S. 332, vgl. Abb. S. 333)
4. *Colobocentrotus pedifera* (s. S. 332)
5. Griffelseegel (*Heterocentrotus mamillatus*; s. S. 332)
6. Lederseeigel (*Asthenosoma varium*; s. S. 330) von unten
7. *Plesiadiadema indicum*

stomatidae, Asterostomatidae, Aeropsidae, Toxasteridae, Hemiasteridae, Spatangidae, Muretidae, Loveniidae, Percosmidae, Schizasteridae, Brissidae.

Der VIOLETTE HERZIGEL (*Spatangus purpureus*) zählt zur Familie SPATANGIDAE. Er hat eine große, bis zu 12 cm lange, herzförmige Schale, die vorn eingekerbt ist, und auf der Oberseite vier blütenblattähnliche Felder (Petalodien). Seine Färbung ist purpurn oder violett; die Stacheln sind heller, manchmal fast weiß. Man findet ihn in Sand, Schlamm und Kies vergraben. Er lebt vom Nordkap bis zum Senegal und im Mittelmeer in 5 bis 900 Meter Tiefe.

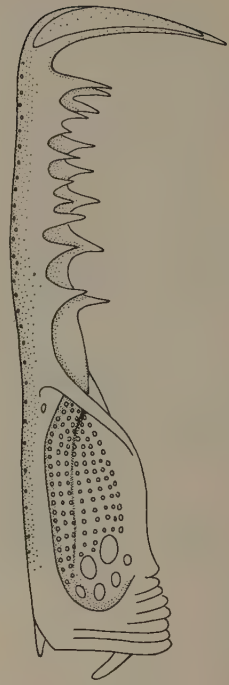
Zu den LOVENIIDAE gehört der HERZIGEL (*Echinocardium cordatum*; s. S. 341, 354, 355 u. Abb. 5, S. 348), der einzige weltweit verbreitete Seeigel überhaupt. Seine herzförmige, vorn rinnenartig eingebuchtete Schale hat vier Petalodien und kann bis zu 9 cm lang werden. Dieser graue oder gelblichgraue Seeigel lebt von der Oberfläche bis zu 230 Meter Tiefe; man findet Herzigel oft herdenweise im Sand vergraben.

Die Familie SCHIZASTERIDAE ist vorwiegend in antarktischen und subantarktischen Gewässern verbreitet; aber eine Art kommt auch im Mittelmeer vor: *Schizaster canaliferus*. Dieser weißlichgraue Seeigel hat eine ovale, bis zu 7,4 cm lange Schale, die oberseits und am Vorderende tief rinnenartig eingebuchtet ist. Er lebt mitunter zahlreich in schlammigen Böden und kommt in 9 bis 100 Meter Tiefe vor.

Zum Schluß seien noch zwei Arten aus der Familie BRISSIDAE genannt. *Brissus unicolor* aus dem Mittelmeer und dem Atlantischen Ozean wird bis 13 cm lang und 5 cm hoch, hat eine eiförmige Schale und eine dunkelgraue Farbe. Er kommt in Sand- und Schlammgründen von der Oberfläche bis in 250 Meter Tiefe vor. Sehr häufig ist der graue oder graugrüne LEIERHERZIGEL (*Brissopsis lyrifera*; s. S. 341 u. 354). Er hat eine bis 7,5 cm lange Schale und einen rinnenartig eingebuchteten Vorderkörper. Man trifft ihn im Mittelmeer und im Atlantik an, von Island und Norwegen bis Südafrika, in 5 bis 1500 Meter Tiefe. Auch er ist oft zu Scharen vereint im Sand eingegraben.

Der Aufenthalt in extremen Lebensräumen stellt gewöhnlich besondere Anforderungen an den Körperbau. Dies ist auch bei den Seeigeln der Fall. Die regulären Seeigel bewohnen harte Böden; bei ihnen treten auffallende Unterschiede nur zwischen den in ruhigen Buchten lebenden Arten und denjenigen Formen auf, die starker Brandung ausgesetzt sind. Während die Arten im ruhigen Wasser meist hochgewölbte Körper haben, herrschen unter den Bewohnern der Brandungszonen mehr oder weniger stark abgeflachte Schalen vor, die kurze, widerstandsfähige Stacheln und kräftige Saugfüßchen auf der Unterseite haben. Am weitesten gehen derartige Veränderungen bei der Gattung *Colobocentrotus* (Abb. 4, S. 336), die in der Brandungszone tropischer Korallenriffe lebt. Ihre abgeflachte Schale trägt rundum gleich kurze Stacheln, die sich von der Basis aus pyramidenartig verbreitern. Die dicken, abgestumpften Stachelenden berühren sich seitlich sehr eng und bilden dadurch einen zusätzlichen geschlossenen Panzer. Wie Saugnäpfe pressen sich diese abgeflachten Seeigel an den harten Untergrund.

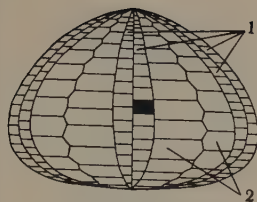
Der Gefahr, durch Wasserströmungen über den Grund gerollt zu werden,



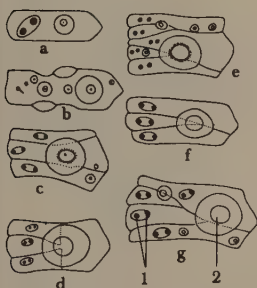
Einzelne Zangenbacke einer Giftzange von *Psamm-echinus miliaris* (s. S. 327).



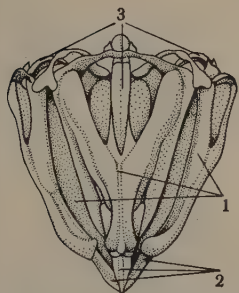
Fußchen von *Micropyga tuberculata*, mit besonders großem Saugnäpf (s. S. 328).



Anordnung der Skelettplatten eines regelmäßigen Seeigels: 1 Ambulacralplatten, 2 Interambulacralplatten (s. S. 328).



Verschiedene Typen von Ambulacralplatten: a) Lanzenseegel, b) Lederseeigel, c) *Diadema*, d) *Arbacia*, e) vielporiger *Diadema*-Typ, f) einfacher, g) vielporiger echinoider Typ. 1 Poren, durch die das Wassergefäßsystem in die Füßchen eintritt, 2 Gelenkhöcker des Hauptstachels (s. S. 328).



Kiefergerüst (»Laterna des Aristoteles«) von *Stroncylocentrotus dröbachienensis*: 1 drei der fünf Kiefer, 2 Zahnspitzen, 3 Zahnsäckchen (s. S. 328).

begegnen andere Seeigel durch Verlängerung und Verdickung der seitlich vom Körper abstehenden Stacheln. Dadurch wird einmal eine Verlagerung des Schwerpunktes zur Unterlage hin bewirkt; zum anderen kann der Seeigel nicht mehr so leicht umgekippt werden. Beispiele hierfür sind die Griffelseeigel (Gattung *Heterocentrotus*; Abb. 5, S. 336) mit ihren langen, keulenförmig verdickten seitlichen Stacheln und die auf Sandböden lebenden Arten der Gattung *Coelopleurus* mit den auslegerartig verlängerten unteren Stacheln.

Viel umfassendere Umbauten des Körpers waren jedoch notwendig, damit die Seeigel die ausgedehnten Sand- und Schllickböden besiedeln konnten. Sie brachten schließlich die völlig neuen, in vielen Zügen zweiseitig-symmetrisch gebauten Gestalten der irregulären Seeigel hervor. Da die Saugfüßchen im lockeren Sand keinen Halt finden und die Tiere deshalb von stärkeren Strömungen aufgebracht und zerrieben werden können, vermögen sie nur dann weiche Böden dauerhaft zu erobern, wenn sie in den Boden eindringen. Das Leben und vor allem die gerichtete Fortbewegung im Boden hat zunächst zu einer Verkürzung der Stacheln geführt; sie stehen nicht mehr nach allen Richtungen vom Körper ab, sondern werden an die Schale angelegt und fast alle wie angekämmt nach hinten ausgerichtet. Der Körper erhält meist eine Stromlinienform, die ihm das Vorwärtskommen im Boden erleichtert; und ein bestimmter Körperabschnitt wird festgelegt, der bei der Fortbewegung stets vorangeht und damit zum Vorderende wird. Der irreguläre Seeigel kann sich nicht mehr wie die meisten regulären Formen plötzlich aus eigenem Antrieb nach allen Richtungen in Bewegung setzen. Folgerichtig ergibt sich dadurch auch ein Hinterende. Außerdem entstehen symmetrische Körperflanken. Da der Boden ausreichenden Schutz gewährt, sind die mechanischen Anforderungen an den Kalkpanzer nicht mehr so groß, der demgemäß dünner und in vielen Fällen sogar äußerst zerbrechlich wurde (Abb. S. 341).

Die auf Weichböden lebenden regulären und die im Boden wohnenden irregulären Seeigel benutzen zur Fortbewegung ausschließlich die Stacheln der Unterseite. Das leuchtet ohne weiteres ein, da ja die Saugfüßchen im lockeren Boden keinen Halt finden. Beim Laufen bewegt der Seeigel alle Stacheln, auf denen er ruht, wiederholt nacheinander in einer Richtung; so tragen sie das Tier in stelzendem Gang über den Grund. Je nachdem, ob die Stacheln lang oder kurz sind, ergeben sich bei gleich starker Beugung große oder kleine Schritte. Zu denjenigen Seeigeln, die am schnellsten laufen können, gehört zweifellos der langstachelige *Centrostephanus longispinus* aus dem Mittelmeer und dem Atlantik. Er kann in jeder Sekunde bis zu dreieinhalb Zentimeter zurücklegen, während kurzstachelige Arten in der gleichen Zeit gerade noch einen halben Zentimeter schaffen.

Auf Hartböden benutzen die regulären Seeigel neben den Stacheln auch noch die Füßchen zur Fortbewegung. Die Füßchen greifen weit aus, heften sich fest und holen durch ihr Zusammenziehen den Körper nach. Ganz und gar unentbehrlich werden die Füßchen auf schiefem, unebenem Gelände; und beim Klettern an steilen Wänden übernehmen sie allein die Bewegungsarbeit und gewähren den Tieren sicheren Halt. Als ausgesprochener Kletterkünstler sei hier der KLETTERSEEIGEL (*Psammechinus microtuberculatus*)

genannt. Seine besondere Fähigkeit besteht darin, an sehr dünnen Gegenständen – etwa einem Polypenstückchen oder einem Pflanzenstengel – entlanghangeln und hochklettern zu können; ja, im Versuch zeigte er dieses Kunststück sogar auf einer Violine. Saite.

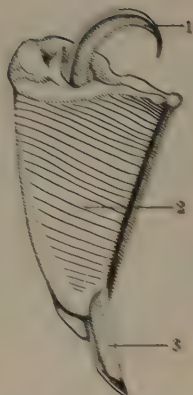
Einige reguläre Seeigel vertiefen im Laufe der Zeit ihre Sitzplätze; so entsteht eine kleine Höhlung, in die sie sich zurückziehen können. Wie das Graben im einzelnen vor sich geht, ist nicht genauer bekannt; doch sind am bearbeiteten Material Kerbspuren sichtbar, die eigentlich nur von den Zähnen der Tiere stammen können. Chemische Ausscheidungen kommen als »Werkzeug« nicht in Frage, weil das Material, in das die Seeigel ihre Höhlen graben, zu unterschiedlich ist. Erstaunlicherweise nagen die Seeigel nämlich nicht nur Sandstein, Kalkstein, Schiefer oder andere weiche Gesteine an, sondern auch harte Lava- und Granitfelsen, ja sogar Eisenpfiler.

Zu den bekanntesten »Eingravern« gehören der PURPURSEEIGEL (*Strongylocentrotus purpuratus*; Abb. S. 335), der STEINSEEIGEL (*Paracentrotus lividus*), der STRANDSEEIGEL (*Psammechinus miliaris*) und der GRIFFELSEEIGEL (*Heterocentrotus mammillatus*; Abb. 5, S. 336). Außer diesen vorwiegend in der Brandungszone lebenden Arten wurde kürzlich auch eine grabende Art, *Allocentrotus fragilis*, in 100 bis 150 Meter Tiefe festgestellt. Die tüchtigsten »Gesteinbohrer« sind jedoch fraglos zwei Arten der Gattung *Echinostrephus*. Sie graben tiefe zylindrische Gänge von sieben bis zehn Zentimeter Länge senkrecht in den Untergrund. Die Höhlungen mit den blankpolierten Wänden dienen ihnen als Schutz vor Angreifern. Gewöhnlich sitzen die Seeigel am Eingang des Bohrloches; werden sie aber angegriffen, so lassen sie sich auf den Grund der Höhle fallen, spreizen sich dort ein und recken dem Eindringling ein Bündel besonders langer Stacheln drohend entgegen (Abb. S. 342).

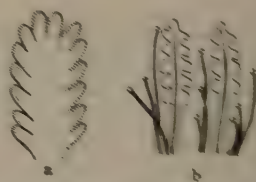
Viel umfangreichere Grabarbeiten bewältigen jedoch die in Sand und Schlack lebenden irregulären Seeigel. Die Sanddollars schieben beim Eingraben den Vorderrand des Körpers leicht schräg in den Boden und pflügen vorwärts und abwärts unter die Oberfläche. Sie tauchen nur sehr seicht in den Boden ein. Zum Graben benutzen sie ausschließlich ihre Stacheln in der Weise, wie sie dies beim Nahrungserwerb (s. S. 343) tun. Den Vorschub bewirken die Stacheln der Körperunterseite. Eine *Mellita lata* von 2,5 Zentimeter Länge braucht etwa 80 Sekunden, um im Boden zu verschwinden, ein sieben Zentimeter langes Tier der gleichen Art dagegen drei Minuten und ein ebenso langer *Echinarachnius palma* etwa zehn Minuten.

Während die Sanddollars lediglich durch Vorwärtskriechen in den Boden eindringen, gelingt dies den Herzseeigeln nur durch senkrechtes Eingraben. Die Angehörigen der Gattungen *Spatangus*, *Echinocardium* und *Brissopsis* setzen dabei hauptsächlich die Stacheln der Flanken ein. Das Tier steht auf den Gehstacheln und versetzt seine an den Körper angelegten randständigen Stacheln in eine Drehbewegung, durch die der Sand unter dem Körper weggeschafft wird. So sinkt der Seeigel zwischen den Sandwällen, die sich seitlich und am Vorderende aufhäufen, immer tiefer in den Boden ein, bis schließlich die Sandwälle über ihm zusammenfallen und er im Untergrund verschwunden ist.

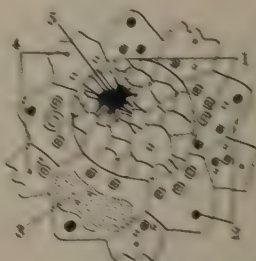
Viele Herzseeigel haben Vorrichtungen entwickelt, die es ihnen ermöglichen,



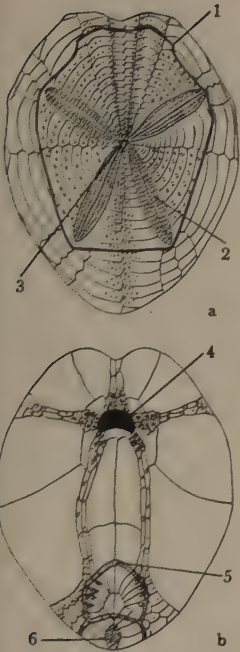
Einer der fünf Kiefer aus dem Kieferapparat von *Strongylocentrotus drobachiensis*: 1 Zahnsäckchen, in dem der Zahn gebildet wird, 2 Kiefer, 3 Zahn (s. S. 328).



Kiemenfüßchen (s. S. 320) eines Herzseeigels [a] und eines Sanddollars [b].



Afterbereich des Seeigels *Strongylocentrotus drobachiensis*: 1 Afterfeld, 2 Geschlechtsöffnungen, 3 Siebplatte, 4 die ersten Ambulacralplatten jedes Ambulacralbereiches, 5 Afteröffnung (s. S. 329).



Ein Herzseeigel. a Oberseite, b Unterseite, Stacheln entfernt: 1 peripetale Fasciole, 2 Petalodium, 3 Geschlechtsöffnung, 4 Mundöffnung, 5 unter dem After gelegene Fasciole, 6 After (s. S. 339).



Pinselartiges Ende des Kittfüßchens vom Herzigel.

sich wesentlich tiefer einzugraben als die Sanddollars. Diesem Graben in die Tiefe sind allerdings Grenzen gesetzt, weil die Tiere ja ständig Zufuhr von sauerstoffreichem Atemwasser benötigen. Sanddollars und auch *Spatangus purpureus* halten sich in geringen Bodentiefen auf und gehen selten tiefer als zwei Zentimeter. Zudem leben sie vorzugsweise im Grobsand und Schill mit seinem ausgedehnten Wasserlückensystem. Hier ist immerhin noch ein ständiges Überspülen der Kiemenfüßchen mit frischem Atemwasser möglich, das durch die Tätigkeit der Körperwimpern herbeigestrudelt wird. Dagegen muß der fünf bis zwanzig Zentimeter tief im Boden sitzende Herzseeigel *Echinocardium cordatum* oder die im Schlamm lebende *Brissopsis lyrifera* Zufluß- und Abflußkanäle für das lebensnotwendige Atemwasser anlegen und offenhalten. Die Tiere machen das folgendermaßen:

Beim Eingraben in den Untergrund richten sie auf ihrer Oberseite zwei Reihen langer Stacheln auf, die so gestellt sind, daß in den zwischen den Reihen ausgesparten spaltförmigen Raum kein Bodenmaterial hineinfallen kann. Besonders gestaltete Füßchen, die reich an Drüsenzellen sind, haben einen bis zu zwanzig Zentimeter Länge ausdehnbaren Schaft und eine in zahlreiche blütenblattähnliche Zipfel aufgespaltene Endscheibe; sie erzeugen reichlich Schleim, mit dem sie die Stacheln bestreichen. Den erhärtenden Schleim pressen die Stacheln an die Wände des von ihnen ausgesparten Spaltes; dadurch wird das Bodenmaterial miteinander verkittet und stürzt nicht gleich wieder ein. Beim Tiefergraben entsteht auf diese Weise ein Kanal, in dem die Kittfüßchen ständig wie Schlotfeger auf und ab fahren, um ihn offenzuhalten und die Wände zur Festigung mit Schleim anzupinseln. Über diesen Kanal wird durch die Tätigkeit des Wimper-Stachel-Apparats (s. S. 329) laufend frisches Atemwasser von der Oberfläche des Bodens angesaugt und über das Kiemenfüßchenfeld getrieben. Von dort strömt es nach den Seiten über die ganze obere Körperhälfte hinweg zur Unterseite und zur Aftergegend am Hinterende der Schale. Hier werden dem Atemwasser, das nun ärmer an Sauerstoff und reicher an Kohlendioxyd geworden ist, noch die durch den After austretenden Ausscheidungen beigemengt.

Diese raffinierte Methode der Zufuhr und Verteilung von Atemwasser könnte jedoch nicht funktionieren, wenn nicht gleichzeitig für einen geregelten Abfluß des verbrauchten und mit den Endprodukten des Stoffwechsels beladenen Atemwassers gesorgt wäre. Damit kein Stau entsteht und den Zufluß frischen Wassers verhindert, wird am Hinterende des Körpers eine Abflußmöglichkeit geschaffen. *Echinocardium* baut hierfür einen blind endenden Abflußkanal, in den das verbrauchte Wasser hineingestrudelt wird und durch dessen Wände es sich langsam verläuft. Angetrieben wird der Abflußstrom von einem Kranz dicht bewimperter Stacheln (Fasciole; Abb. links), der unter dem After ausgebildet ist. *Brissopsis* hingegen errichtet ein weitaus vollkommeneres Zu- und Abflußsystem: Sie legt zwei zur Bodenoberfläche aufsteigende Abflußkanäle an, durch die der Wasserstrom viel ungehinderter laufen kann. Der Bau der Abflußkanäle erfolgt auf dieselbe Weise wie der der Zuflußrohre, nämlich durch das Zusammenwirken von Stachelreihen und Kittfüßchen am Hinterrand des Körpers.

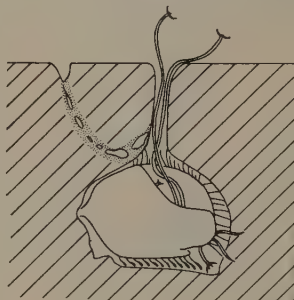
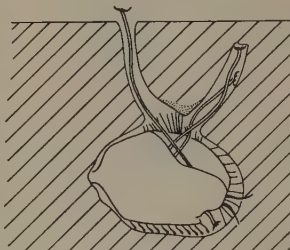
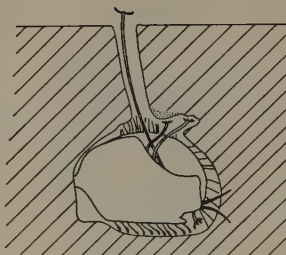
Diese Seeigel graben sich aber nicht nur in den Boden ein, um dann

ruhig an einem verborgenen Plätzchen zu sitzen, sie bewegen sich auch unterirdisch fort — allerdings nicht sehr geschwind, denn dies bedeutet für die Tiere schwere Arbeit. *Echinocardium* schiebt sich dabei wie eine Fräsmaschine durch den Untergrund und legt auf diese Weise eine Strecke von vier Zentimeter in fünfzehn bis zwanzig Minuten zurück. Die Stacheln der Vorderfront raspeln Bodensubstanz aus der Höhlenwand, die von Stacheln der Flanken nach hinten in den eben verlassenen Raum befördert werden. Beim weiteren Vorantreiben des Tunnels kommt es regelmäßig zum Einsturz des oben geschilderten Atemwasser-Kanalsystems; es wird in bestimmten Abständen von den zur Bodenoberfläche durchstoßenden Kittfüßchen immer wieder neu errichtet.

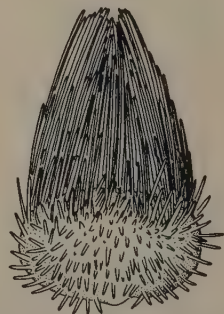
Alle regulären Seeigel erwerben ihre Nahrung als Weidegänger. Sie schieben sich langsam über den Untergrund und schaben den Aufwuchs ab; dabei machen sie anscheinend zwischen tierlichen und pflanzlichen Lebewesen kaum einen Unterschied. Wie Versuche in Laboratorien ergeben haben, sind Seeigel Allesesser, wenn man ihnen keine Wahl läßt. Neben toten Fischen und anderem Aas verzehren sie Flohkrebse, Seepocken, kleinere Schnecken und Muscheln, auch ihre eigenen Stammesgenossen, aber ebensogut Algen aller Art, Salat und sogar Holz und Erdnußbutter.

Bietet man den Seeigeln jedoch eine reichhaltigere Speisekarte, so scheinen sie eine gewisse Vorliebe für bestimmte Futterstoffe zu haben. Bei einem Überangebot verschiedener Algen bevorzugten manche Arten eine besondere Algensorte mehr als die anderen. Außerdem ist der Appetit im Sommer größer als im Winter. In Freiheit beobachtete Eßbare Seeigel (*Echinus esculentus*) weideten auf felsigem Untergrund binnen einer Stunde je 5,8 Quadratzentimeter völlig kahl. Sechs davon, die unter einem Nylonnetz auf einer Fläche von einem Quadratmeter gefangengehalten wurden, verspeisten in einem Monat sämtliche auf dieser Fläche gedeihenden Blau-, Grün-, Rot- und Braunalgen, ferner alle Hydrozoen, Moostierchen, Seescheiden und Seepocken sowie die Röhren der Borstenwürmer und Amphipoden samt ihrem Inhalt. In Gebieten, in denen Algen die Hauptnahrung der Seeigel stellen, dürften sich das Wachstum der Algen und ihr Verzehr durch diese Stachelhäuter die Waage halten.

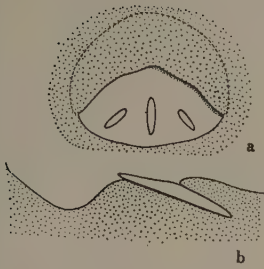
Obwohl die regulären Seeigel bevorzugt Hartböden besiedeln, gibt es doch eine ganze Menge unter ihnen, die auf Sand- und Schlackböden leben. Ihre Därme sind mit Bodenmaterial gefüllt; doch es ist nicht bekannt, wie sie zu dieser Mahlzeit kommen, ob sie also einzelne Teilchen aufnehmen oder wahllos Bodensubstanz verschlingen. Seeigelformen, die harten Untergrund benagen und abschaben, kann man gelegentlich an veralgten Aquarienscheiben bei ihrem Treiben beobachten. Gewöhnlich pressen sie vor dem Zubeißen die den Zahnkegel umgebende ringförmige Lippe auf die Unterlage; danach öffnen sich die Kiefer, und die fünf Zähne weichen auseinander. Während des Schließens schaben die Zähne über den Grund und kratzen den Aufwuchs ab. Beim Violetten Seeigel (*Sphaerechinus granularis*) dauert so ein Biß etwa dreißig Sekunden. Fünf polsterartige Lippen des Mundraums erfassen das Abgeschabte und schaffen es in einer Art Schluckbewegung in den Schlund.



Errichtung eines neuen Zufuhrkanals für Atemwasser und Einsturz des alten Kanals während der Fortbewegung eines Herzseeigels (*Moiratropus*) im Boden.



Der »Gesteinsbohrer« *Echinostrophus aciculatus* (vgl. S. 340).



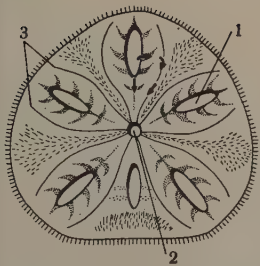
Schlüsselloch-Sanddollar der Gattung *Mellita*, im Boden eingegraben. a von oben, b im Schnitt.

Die irregulären Seeigel haben eine von den regulären Formen stark abweichende Ernährungsweise. Sie leben ja in Weichböden und haben sich samt und sonders auf das Verzehren von allerlei Kleinzeug eingestellt. Ihre Nahrung gewinnen sie durch Auftupfen, Ablecken und Ausgießen aus dem Boden. Leider ist der genaue Vorgang des Nahrungserwerbs nur von einzelnen Vertretern der Sanddollars und Herzigel bekannt. Bei dem Sanddollar *Mellita sexiesperforata* geht dies folgendermaßen vor sich:

Das Tier schiebt sich knapp unter der Oberfläche durch den Sand und hebt dabei die oberste Sandschicht ab, die am stärksten belebt ist. Die Sandkörner kommen auf die Kuppen der zahlreichen engstehenden Keulenstacheln zu liegen und werden von Kuppe zu Kuppe weitergereicht. Auf diese Weise transportiert der Sanddollar die hochgepflügte Sandmasse wie einen Teppich über die Oberseite des Körpers und läßt sie am Hinterende wieder ab. Aus dem Sandteppich fallen alle Teilchen, deren Durchmesser kleiner als zwanzig Mikrometer (ein Mikrometer = ein millionstel Meter) ist, zwischen den Stacheln auf die Oberfläche der Haut herab. Hier werden sie von den am Grunde der Stacheln sitzenden Wimpern erfaßt; sie folgen dem zentrifugalen Wimperstrom und gelangen so zum Schalenrand beziehungsweise zu den Schalenschlitzen und von da auf die Unterseite. Das auf diese Weise gesiebte Material wird dort in die verzweigten Transportstraßen der Füßchenrinnen aufgenommen, eingeschleimt und zum Munde gebracht. Unter den ausgesiebten Teilchen befinden sich neben zahlreichen mineralischen Bestandteilen auch viele Kleinlebewesen (Mikroorganismen), von denen der Seeigel lebt. Zusätzlich holen auch noch die weit ausgestreckten Füßchen Nahrungsteilchen zwischen den Sandkörnern hervor und bringen sie in die zum Mund führenden Wimperstraßen.

Als Sandlecker betätigt sich beispielsweise der SCHILDIGEL oder ZWERGSEEIGEL (*Echinocyamus pusillus*). Er tastet mit seinen fünf Paar Mundfüßchen und den unmittelbar benachbarten Füßchen, die reich mit Sinneszellen besetzt sind, einzelne Sandkörner ab und prüft, ob dort Aufwuchs vorhanden ist. Haben die Mundfüßchen etwas Genießbares entdeckt, so greifen die zunächststehenden, mit Saugnäpfen bewehrten Füßchen zu und bringen das Teilchen vor die Mundöffnung; dort wird es von einigen mundnahen Stacheln festgeklemmt, und die Zähne kratzen den Aufwuchs ab. Der Darminhalt des Schildigels besteht aus Kieselalgen, Strahlentierchen und auch aus kleinen Schwammstückchen. Die Herzigel, etwa die Angehörigen der Gattungen *Spatangus*, *Echinocardium* oder *Brissopsis*, schieben sich durch Sand und Schlick und tasten dabei mit ihren Mundfüßchen, die in einer sternförmigen Scheibe enden, ständig die Umgebung ab. Stoßen sie auf Sandkörner mit Aufwuchs oder auf kleine Schnecken und Muscheln, Krebschen, Würmer, Foraminiferen oder auch Zwergseeigel, so packen und verschlingen sie diese Beute.

Von einigen Seeigeln ist bekannt, daß sie sich zur Fortpflanzung zu größeren Verbänden vereinigen. Dies tut zum Beispiel der Weiße Westindische Seeigel (*Lytechinus variegatus*). Die an den europäischen Atlantikküsten heimischen Strandseeigel (*Psammechinus miliaris*) bilden, wie berichtet wird, zur Laichzeit Paare — meist ein Männchen und ein Weibchen. Der Eßbare Seeigel (*Echinus esculentus*) wandert jedes Frühjahr aus tieferen Zonen in seichte



Unterseite des Schlüsselloch-Sanddollars (*Mellita sexiesperforata*). Pfeile zeigen den Weg, auf dem Nahrungsteilchen durch Wimperbänder zum Mund befördert werden. 1 Schalenschlitz, 2 Mundöffnung, 3 Ambulacralrinne.

Küstengebiete ein. Die Laichtermine hängen sehr stark von der Temperatur ab. Auf der nördlichen Erdhalbkugel fallen sie meist ins Frühjahr oder in den Sommer. Viele tropische Arten dagegen sind fast das ganze Jahr über laichbereit; sie besitzen also in allen Jahreszeiten reife Eierstöcke und Hoden. Angehörige der gleichen Art können in kälteren und wärmeren Gewässern ganz verschiedene Laichzeiten haben.

In einigen Fällen wurde ein gleichzeitiges Ablaiichen einer ganzen Seeigelkolonie beobachtet, so beispielsweise beim Steinseeigel (*Paracentrotus lividus*) und bei *Strongylocentrotus purpuratus*. Hier ist es vermutlich so, daß die Männchen mit dem Ausstoßen der Samenzellen beginnen und dadurch die Weibchen zur Abgabe der Eier veranlassen. Bei manchen Arten wie *Diadema setosum* und dem Weißen Westindischen Seeigel scheint das Ablaiichen vom Rhythmus der Mondphasen gesteuert zu sein; doch diese Erscheinung tritt nur in bestimmten geographischen Gebieten auf, in denen vermutlich die Gezeitenverhältnisse die Lebensweise der Tiere stark beeinflussen. Die dotterarmen Eier erreichen gewöhnlich nur einen Durchmesser von 0,19 Millimeter, selten bis zu 0,22 Millimeter. Ihre Befruchtung erfolgt im freien Wasser. Seeigeleier waren ein beliebter Gegenstand der Forschung und sind es bis heute geblieben. An ihnen wurden die grundlegenden Erkenntnisse der Entwicklungsphysiologie gewonnen.

Schon die ersten Entwicklungsstadien des Eies, die Blastula und die Gastrula (s. Band I), schwimmen selbsttätig mit Hilfe zahlreicher Wimpern meist nahe der Wasseroberfläche umher. Die Gastrula streckt sich und bildet vier bis sechs Paar schlanke Arme aus, die von Skelettstäben gestützt sind und kräftige Wimperbänder tragen (Abb. 5, S. 272). So ausgerüstet, lebt die Seeigellarve vier bis sechs Wochen, in seltenen Fällen bis zu zehn Wochen, als Planktontier; sie wird Echinopluteus genannt. In dieser Zeit können die Larven — je nach der herrschenden Strömung — über weite Strecken verdriftet werden. Dabei nehmen sie auch bereits Nahrung in Form von Kieselalgen und anderen Kleinlebewesen des Planktons auf, die der Wimperapparat einfängt.

Bei einigen Arten, vorwiegend bei den Lanzenseeingeln, haben die langen Larvenarme eine verhältnismäßig kräftige Muskulatur, durch die sie bewegt werden können. In welchem Maße die Larven von dieser Möglichkeit Gebrauch machen, ist nicht bekannt. Von *Prionocidaris baculosa* weiß man, daß ihre Echinopluteuslarven bei Berührung mit zwei besonders langen Armen zu schlagen beginnen und gewissermaßen »davonspringen«. Man kann diese Bewegungen also als Fluchtreaktionen deuten. Anders scheint dies jedoch bei den Larven der Diademseeigel zu sein; sie vollführen mit ihren beiden langen Armen in rhythmisch kurzen Schlägen sechs bis acht Ruderbewegungen hintereinander und strecken die Arme dann waagrecht aus. Nach einiger Zeit wiederholt sich dieser Vorgang.

Während der mehr oder weniger langen frei schwimmenden (planktonischen) Lebensweise entsteht — in den meisten Fällen auf der linken Seite der Echinopluteuslarve — das Vestibulum, dessen Boden sich zur Unterseite des künftigen Seeigels entwickelt. Zuerst wachsen aus ihm fünf Primärtentakel; sie bringen an ihren Spitzen Saugscheiben hervor, werden so zu Primärfüßchen

▷
Farbvariation
des Violetten Seeigels
(*Sphaerechinus granularis*;
s. S. 331) mit weißen
Stacheln

▷▷
Sanddollars (s. S. 332 ff.)

▷▷▷
Kolonie von Diademsee-
igeln (*Diadema setosum*;
s. S. 331, Abb. S. 336)







1



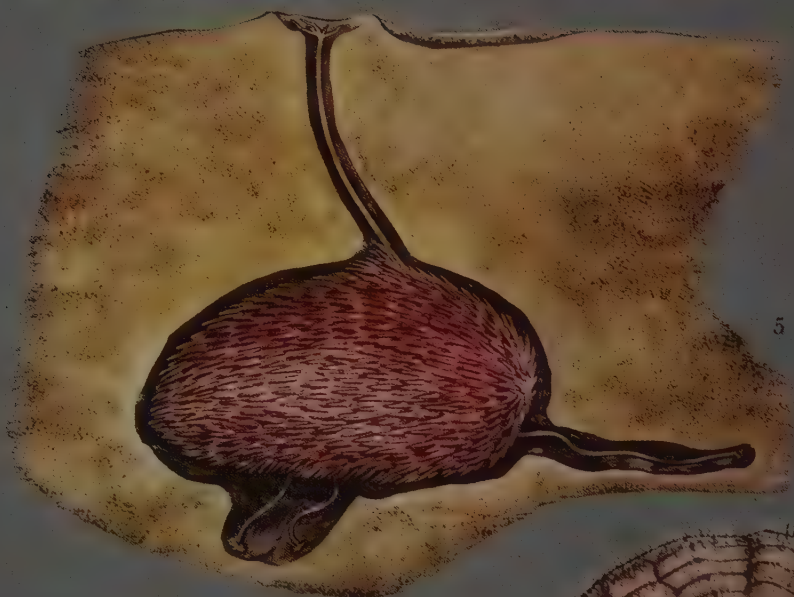
2



3

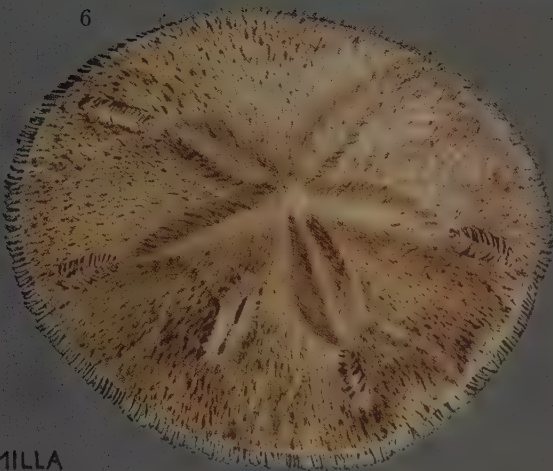


4



5

6



7



8



und sprengen schließlich die äußere Wand des Vestibulums. Wenn es soweit ist, sinken die Larven zu Boden und kriechen dort mit den Primärfüßchen umher.

Es beginnt die Metamorphose, in deren Verlauf sich die Larvenorgane zurückbilden und die Organe des jungen Seeigels entfalten. Die Arme mit ihren Wimperbändern und Skelettstäben werden eingeschmolzen, ebenso Teile des Larvendarms. Gegenüber der schon mit Füßchen versehenen Unterseite, an deren Rand bereits die ersten Stacheln zum Vorschein kommen, bildet sich die Oberseite; auf ihr entsteht neben einigen Greifzangen ein Kranz aus fünf Skelettplatten, den späteren Genitalplatten. Auch um jedes Primärfüßchen herum wird eine Skelettplatte errichtet. Diese sogenannten Terminalplatten stellen die ersten fünf unpaaren Ambulacralplatten dar; an ihrem Unterrand bilden sich die nächsten, stets paarig angelegten Ambulacralplatten mit ihren Füßchen, während die Primärfüßchen zum blinden Ende des Wassergefäßsystems werden. Neben den Ambulacralplatten entstehen die Interambulacralplatten. Die Terminalplatten rücken immer mehr auf die Oberseite und kommen schließlich neben oder gar zwischen die Genitalplatten zu liegen. Der junge Seeigel ist fertig; er mißt gewöhnlich weniger als einen Millimeter im Durchmesser.

Über die Entwicklung derjenigen Arten, die dotterreiche, bis zu 0,5 Millimeter große Eier haben, und auch über die der Brutpflegenden Arten ist nicht viel bekannt. Das wenige, was wir wissen, deutet darauf hin, daß diese Formen eine sehr direkte Entwicklung mit einem nur äußerst kurzen oder einem völlig unterdrückten frei schwimmenden Larvenstadium durchmachen. Bisher kennt man etwa achtzehn Brutpflegende Seeigelarten, von denen allein fünfzehn in antarktischen und subantarktischen Gewässern heimisch sind. Mit wenigen Ausnahmen gehören sie nur zwei Familien an: den Lanzenseiegeln und den Herzseeigeln.

Die Lanzenseegel bewahren ihre Eier und die sich daraus entwickelnden Jungen in der Aftergegend oder am Mundfeld auf (Abb. S. 350 oben); dabei neigen sich die Stacheln des betroffenen Körperabschnitts schützend über die Brut. Bei *Rhynchocidaris triplopora* bilden die Weibchen eine ringförmige, grabenartige Vertiefung im Mundfeld aus, in der man schon bis zu fünfunddreißig junge Seeigel gefunden hat. *Hypsiechinus coronatus* aus dem hohen Nordatlantik ist jene Ausnahme unter den Brutpflegenden Arten, die der Familie der Temnopleuridae angehört; an der Außenwand der kugelig aufgetriebenen Afterregion seiner Weibchen werden drei bis sieben Eier abgelegt und von den umliegenden Stacheln geschützt; hier wachsen auch die Jungen heran. Die Weibchen der Brutpflegenden Herzseeigel entwickeln versenkte Kiemenfelder (Petalodien), die von darüber geneigten Stacheln überdacht sind und richtige Brutkammern ergeben; die Eier gelangen unmittelbar aus den Geschlechtsöffnungen in diese Brutkammern und bilden sich darin zu fertigen Seeigeln aus (Abb. S. 350 unten).

Die Wachstumsgeschwindigkeit der Seeigel und ihr Lebensalter hängen in verwickelter Weise von den Temperaturverhältnissen und dem Nahrungsangebot in dem von ihnen bewohnten Lebensraum ab. Gewöhnlich ist es so, daß die Seeigel in wärmeren Gebieten rascher wachsen, aber nicht so alt

Seeigel:

1. *Rotula orbiculus*
(s. S. 337)
2. bis 4. *Echinostigma*
(*Pourtalesia*) *paradoxa*
(s. S. 337)
2. Ohne Stacheln
3. Unterseite
4. Oberseite
5. Herzigel (*Echinocardium cordatum*; s. S. 338)
6. Schlüsselloch-Sanddollar
(*Mellita sexiesperforata*,
s. S. 337)
7. und 8. Ein Sanddollar
(*Echinarachnius parma*;
s. S. 337)
7. Oberseite
8. Von der Seite

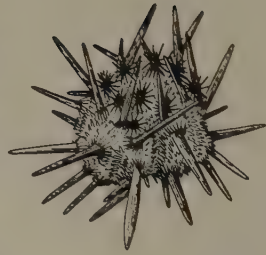
werden wie die in kälteren Meeresteilen. Der Strandseeigel (*Psammechinus miliaris*), dessen Schalendurchmesser nach der Metamorphose etwa einen Millimeter beträgt, wächst in einem Jahr auf zwanzig Millimeter heran und wird in dieser Zeit auch geschlechtsreif. In sechs Jahren kann er 38 bis 39 Millimeter erlangen. Die größten bekannten Strandseeigel haben einen Durchmesser von 47 Millimeter. *Strongylocentrotus drøbachiensis* mißt nach der Metamorphose 0,5 Millimeter, bringt es im ersten Jahr auf fünf bis sechs Millimeter und kommt in acht Jahren auf 78 Millimeter. Der Eßbare Seeigel weist im Alter von sechs Monaten einen Durchmesser von zwanzig Millimeter auf, wird nach Ablauf eines Jahres mit vierzig Millimeter geschlechtsreif und kann in vier Jahren auf 110 Millimeter heranwachsen. Man hat schon Eßbare Seeigel mit der stattlichen Größe von 160 Millimeter gefunden. Im allgemeinen dürften Seeigel ein Lebensalter zwischen vier und acht Jahren erreichen.

Den Stachelwald der Seeigel nutzen zahlreiche Tiere als Zufluchtsort. Besonders bekannt wurde das Zusammenleben einiger Kardinalfische (Apogonidae; s. Band IV) mit Diademseeigeln. Die Fische stehen oft in kleinen Schwärmen zwischen den langen, äußerst spitzen Stacheln, die ihnen Schutz und Tarnung zugleich gewähren. Sie lauern im Stacheldickicht auf vorüber-treibende Beute. Ähnlich verhält sich auch die Garnele *Saron marmoratus*, die sich tagsüber bei den Ruheplätzen der Diademseeigel aufhält und sie nachts im Schutz ihrer Stacheln auf ihren Wanderungen begleitet (Abb. S. 351).

Auf den dicken, hautlosen Stacheln vieler Lanzenigel siedeln zahlreiche kleine, sesshafte Tiere, wie Seepocken, Röhrenwürmer, Schwämme, Moostierchen und Hydrozoen. Auf der Schalenoberfläche halten sich bei manchen Arten Rippenquallen, Borstenwürmer, Muscheln und Schnecken, Hüpferlinge, Muschelkrebse, Flohkrebse, Garnelen und Krabben, kleine Seegurken und Schlangensterne auf. Ihre Beziehungen zu den einzelnen Wirten sind meist nicht genau bekannt.

Im Darm der Seeigel hausen zahlreiche Wimpertierchen, von denen einmal bis zu tausend Stück auf 0,1 Kubikzentimeter Darminhalt festgestellt wurden. Ferner schmarotzen im Darm einige Gregarinen und Strudelwürmer. Schmarotzende Schnecken verursachen an den Stacheln mancher Lanzenigel grotesk gestaltete Gallen, andere leben auf der Körperoberfläche vieler häufig vorkommender Seeigelarten, stanzen dort Haut aus oder treiben gar ihren Rüssel durch die Schale ins Körperinnere und ernähren sich von den Eingeweiden. Auch schmarotzende Seepocken und Hüpferlinge befallen Seeigel.

Obwohl die Seeigel zahlreiche Abwehreleinrichtungen in Form von giftigen oder ungiftigen Stacheln, Gift- und Beißzangen besitzen, haben sie viele Feinde, vor denen sie auch ihr Schalenpanzer nicht schützt. Die nahrhaften Eier und Hodenstöcke der Seeigel werden vor allem von vielen Fischen geschätzt, so von Schollen, Seezungen, Steinbutten, Knurrhähnen, Seewölfen, Kabeljaus, manchen Meeräschen und Drückerrfischen, Krötenfischen und Grunzern, aber auch vom Grönland- oder Eishai. Der Königindrückerfisch (*Balistes vetula*) überwältigt den mit langen giftigen Stacheln bewehrten Diademseeigel (*Diadema antillarum*), indem er ihn an einem Stachel packt, vom Boden hochhebt und wieder fallen läßt. Dies wiederholt er so lange, bis

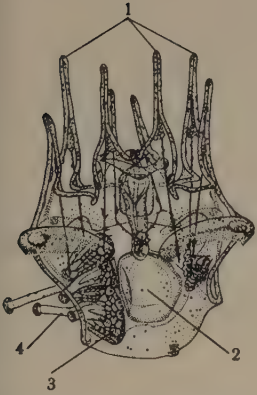


Brutpflege bei *Austrocidaris canaliculata* (s. S. 349).

Einmieter und
Schmarotzer



Brutpflege bei dem Herzseeigel *Abatus philippii*.



Verwandlung (Metamorphose) eines Echinopluteus von *Psammechinus miliaris*: 1 Larvenarme, 2 Magen, 3 Vestibulum, in dem die zukünftige Unterseite des Seeigels angelegt wird, 4 herausragende Primärfüßchen (s. S. 350).

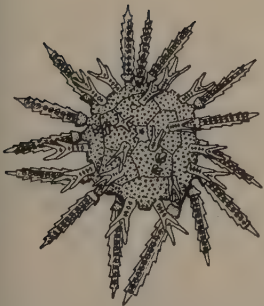
das Opfer mit der Mundseite nach oben liegen bleibt. Am weichhäutigen Mundfeld bricht es der Räuber dann auf.

Die in der Gezeitenzone siedelnden Seeigel werden an vielen Orten von Seevögeln angegriffen und verzehrt. Besonders raubgierig zeigen sich hierbei die Silbermöwen. Sie ergreifen die Seeigel, tragen sie hoch in die Luft und lassen sie auf den Boden fallen. Falls der Schalenpanzer den ersten Absturz noch überstanden haben sollte, wird die Sache so lange wiederholt, bis er in die Brüche geht und der Vogel an die »Innereien« des Seeigels herankommt. In den nördlicheren Erdgebieten werden die bei Ebbe bloßliegenden Seeigel auch vom Polarfuchs geschätzt. Selbst Kannibalismus ist den Seeiegeln nicht fremd. Ein kaum abzuwehrender Angreifer, dem das Stachelkleid nichts anhaben kann, ist der Eisseestern (*Marthasterias glacialis*). Er stülpt einfach seinen weit dehnbaren Magen aus, dessen schmiegsame Schleimhaut zwischen den Stacheln zum Körper vordringt und den Seeigel langsam verdaut.

Nicht zuletzt muß auch der Mensch als Feind genannt werden, denn an vielen Küsten gelten die Keimstöcke der Seeigel als besondere Leckerbissen. In den Mittelmeerländern bevorzugt man die Eierstöcke des Steinseeigels (*Paracentrotus lividus*), die roh gegessen werden. In Peru, Chile und Ekuador genießt die Küstenbevölkerung gern die in einer Schalenhälfte gerösteten Keimstöcke von *Loxechinus albus*; und in Neuseeland wird *Eoechinus chloroticus* sehr häufig verzehrt.

Ihre mehr oder weniger dicke Kalkschale gewährt den Seeiegeln zwar schon einen gewissen Schutz, doch sie allein ist kein Abschreckungsmittel gegen Angreifer. Die wirksamsten Abwehrorgane sind vielmehr zwei verschieden entwickelte Anhänge der Schale — die schon erwähnten Stacheln und Giftzangen. Beide Waffen finden wir jedoch nicht bei allen Seeiegeln gleich mächtig entwickelt. Wie wirkungsvoll ein Seeigel seine Stacheln einsetzen kann, hat manch einer an den Meeresküsten schon am eigenen Leib erfahren. Im Gegensatz zu diesen schwerbewaffneten Formen gleicht das Stachelkleid der Sanddollars eher einem velours- oder pelzartigen Überzug als einem lanzenstarrenden Schild; denn ihnen bietet ja der Untergrund schon genügend Schutz.

Vor allem zwei Familien der regulären Seeigel haben ihre Stachelausrüstung zu einem besonders leistungsfähigen Verteidigungsapparat gestaltet: die Diademseeigel und die Lederseeigel. Die Stacheln der Gattungen *Diadema* und *Echinothrix* werden bis zu fünfundzwanzig Zentimeter lang. Sie gleichen dünnen, langen Nadeln mit außerordentlich feiner und häufig farbloser Spitze, die im Wasser nicht zu sehen ist. Fällt Schatten auf einen Diademseeigel, so richtet er alle Stacheln, die in der Umgebung des beschatteten Teils seiner Oberfläche stehen, ruckartig dem schattenwerfenden Gegenstand entgegen; und die Sperrmuskeln am Gelenkkopf stellen die Stacheln fest wie aufgepflanzte Bajonette. Bewegt sich der Schatten, oder berührt man das Tier, so beginnt ein erschreckendes Gefuchtel mit den langen Stacheln, die dabei oft aneinanderstoßen; unter Wasser hört sich das wie Stricknadelgeklapper an. Die feinen Spitzen dringen leicht tief in die Haut ein und brechen dann ab. Der Stich brennt und schmerzt zwar einige Zeit, hat aber dann gewöhnlich keine ernstlichen Folgen.



Junger Seeigel nach beendeter Verwandlung (Metamorphose; s. S. 350).

Eine sehr wirksame doppelte Befestigung haben die Arten der Gattung *Echinothrix* entwickelt. Sofern ein Angreifer den ersten Wall aus langen Stacheln überwindet, trifft er auf einen zweiten, sehr viel dichter stehenden Abwehrgürtel, der aus den zahlreichen ganz feinen und vergleichsweise kurzen Nebenchacheln (Sekundärstacheln) errichtet ist. In der Haut dieser Nebenchacheln wurde ein Stoff gefunden, der dem Noradrenalin (einem Hormon, das u. a. eine Verengung der Blutgefäße und Beschleunigung des Herzschlages bewirkt) ähnlich ist; er kommt aber sicher nicht allein als Schmerzursache in Frage. Wesentlich giftiger haben sich dagegen die Stacheln mehrerer Lederseeigel erwiesen. Die den Stachel bedeckende Haut bildet bei ihnen nahe der Spitze eine Giftblase, deren Inhalt sich beim Stich in die Wunde ergießt.

Wie wir schon am Beispiel der Sanddollars gesehen haben, sind nicht alle Seeigel mit einer so gefährlichen Stachelabwehr ausgerüstet. Die meisten besitzen — verglichen mit den Diademseeigeln — nur kurze Stacheln, die auch nicht immer spitz enden. Das Stachelkleid dient ja häufig nur zum Verbergen der zarten Füßchen. Dafür aber haben viele der kurzstacheligen Formen die andere der beiden Abwehrwaffen, die Giftzangen, zu großer Vollkommenheit ausgebildet. Dies gilt besonders für die Familien der Echini-
daae und Toxopneustidae.

Giftzangen

Die Giftzangen öffnen sich, wenn ein chemischer Reiz auf die Haut des Seeigels einwirkt — etwa ein vom Körper eines Feindes abgesonderter Stoff, gleichsam sein »Geruch« — oder wenn die Außenseite der Zangen berührt wird. Das läßt sich besonders gut bei der Annäherung eines räuberischen Seesterns beobachten. Der Seeigel wittert den Angreifer bereits, wenn er noch nicht berührt wurde, und seine Stacheln richten sich auf den Feind aus. Erfolgt dann die Berührung, so neigen sich die Stacheln von der Berührungsstelle weg und ermöglichen den Giftzangen den Zugriff. Tappt nun zum Beispiel ein Seesternfüßchen in eine Giftzange hinein, so schnappt sie zu und spritzt den Inhalt ihrer Giftdrüsen in die Bißwunde. Mehrere solcher Bisse können einen Seestern vertreiben. Da sich die Giftzangen im Angreifer verbeißen und nicht wieder loslassen, werden sie abgerissen, wenn der Feind zurückweicht. Daher erschöpft sich der Vorrat an Giftzangen bei mehreren aufeinanderfolgenden Attacken rasch, so daß der Seeigel zunehmend wehrloser wird.

Die Wirkung des beim Biß eingespritzten Giftes ist nicht bei allen Arten gleich. Junge Aale von zwei bis drei Zentimeter Länge, die von *Sphaerechinus granularis* ins Rückenmark gebissen werden, gehen daran zugrunde. Spritzt man Schnecken, Tintenfischen, Krebsen und Fischen wässrige Auszüge der Giftdrüsen ein, so werden die Tiere gelähmt; in bestimmter Dosis können solche Einspritzungen tödlich sein. Bereits die in vierzig Giftzangen enthaltene Giftmenge vermag eine Ratte innerhalb von zwei bis drei Minuten zu töten.

Im allgemeinen sind die Giftzangen zu schwach, um in die menschliche Haut eindringen zu können, nur von zwei Arten, *Toxopneustes pileolus* und *Tripneustes gratilla*, ist bisher bekannt, daß sie auch dem Menschen Schaden zufügen. So wurde der japanische Forscher Fujiwara von sieben Gift-

zungen des *Toxopneustes pileolus* in den Mittelfinger gebissen. Er verspürte zunächst einen sehr heftigen Schmerz; und bald kam es zu lebensbedrohlichen Erscheinungen, wie Atemnot und Lähmung der gesamten Gesichtsmuskulatur einschließlich Lippen, Zunge und Augenlidern, sowie zum Erschlaffen der Beinmuskeln. Der Schmerz war nach einer Stunde abgeklungen, die Lähmung der Gesichtsmuskeln dagegen dauerte noch sechs Stunden. C. B. Alender, ein amerikanischer Wissenschaftler, der sich um die Erforschung der Seeigelgifte bemüht, wurde öfter von *Tripneustes gratilla* gebissen – und zwar immer nur von einer Giftzange. Der einsetzende Schmerz glich dem eines Bienenstichs. Nach drei Minuten schwoll die Umgebung der Bißwunde etwas an. Die späteren Bisse waren von zunehmend stärkeren Schwellungen begleitet, jedoch kam es nie zu allgemeinen Vergiftungserscheinungen.

Sanddollars entziehen sich den Angriffen räuberischer Seesterne durch rechtzeitiges Eingraben. Viele reguläre Seeigel versuchen dem Angreifer durch Flucht zu entinnen. Bei ihrer langsamen Fortbewegungsweise können sie jedoch nur entkommen, wenn sie von einem noch langsameren Feind angegriffen werden.

Verletzungen und Beschädigungen überstehen die Seeigel dank ihres ausgezeichneten Regenerationsvermögens. Zugefügte Hautwunden heilen rasch; zerstörte Skelettplatten, abgerissene Füßchen und Pedicellarien werden ebenso wie zerbrochene Stacheln neu gebildet. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang das bei Seeigeln besonders gut entwickelte und schnell in Tätigkeit tretende Wundverschlußsystem. Der Wundverschluß wird von frei im Körper umherwandernden Zellen ausgeübt, von denen es besonders viele in der großen Leibeshöhle und in den Maschen der Skelettplatten gibt. Nach einer Verletzung eilen diese Zellen sofort zur Wunde und schließen sie, indem sie fadenförmige Plasmafortsätze ihrer Zellkörper miteinander verkleben. Dadurch entsteht über der Wunde ein filzartiges Netzwerk, dem Fibrinbelag ähnlich, der sich bei der Blutgerinnung des Menschen bildet.

Wundverschlußsystem

Siedlungsweisen

Seeigel sind ausschließlich Bodentiere. Die Mehrzahl der regulären Formen siedelt auf Hartböden; nur wenige bewohnen Sand und Schlick, wo die Füßchen keinen Halt finden. Daher suchen sie nur in ruhigen Buchten oder in größeren Tiefen Weichböden auf; denn hier können keine kräftigen Wellenbewegungen die »haltlosen« Seeigel hin- und herrollen. In Felsgründen und Korallenriffen verbergen sie sich tagsüber häufig. Sie verschwinden in Spalten, Höhlen oder Nischen, deren Zugänge so schmal sind, daß man das Hindurchzwängen eines Seeigels kaum für möglich hält. Versuche haben jedoch deutlich gezeigt, daß beispielsweise der Steinseeigel durch Löcher oder Spalten gelangen kann, deren Durchmesser oder Breite nur um vier Millimeter größer ist als der Schalendurchmesser des Tieres. Ein Steinseeigel, der mit seinen Stacheln eine Höhle von dreieinhalb Zentimeter ausfüllt, kann dieses Schlupfloch durch einen nur einen Zentimeter breiten Spalt mühelos verlassen oder aufsuchen. Ähnlich gewandt scheint trotz seiner massigen Stacheln der Griffelseeigel zu sein, der tropische Korallenriffe bewohnt; tagsüber ist er verhältnismäßig selten zu sehen, nachts kriecht er aber aus unglaublich engen Spalten hervor und wandert im Riff umher.

Eine ganze Anzahl von Arten jedoch bezieht nach ihren nächtlichen Wanderungen tagsüber Ruheplätze, die häufig starker Sonnenstrahlung ausgesetzt sind. Hierzu gehören die Diademseeigel der tropischen Küstenzonen und der Steinseeigel des Mittelmeeres und der Atlantikküsten. Sie bedecken dann ihre Oberseite teilweise mit Bruchstücken von Muschelschalen, Pflanzenteilen und flachen Steinchen, um sich gegen die starke Strahlung zu schützen. Daß sich dabei auch eine gewisse Tarnung ergibt, mag eine willkommene Nebenwirkung sein.

Die schon geschilderte Bohrtätigkeit mancher Seeigel wird hauptsächlich an Felsküsten ausgeübt, die starker Brandung ausgesetzt sind. Das Einbohren schützt die Seeigel vor dieser Brandung, die sie sonst von ihren Sitzplätzen hinwegspülen würde. Einige Arten, zum Beispiel *Heliocidaris erythrogramma*, graben sich bereits in früher Jugend ein und können mit zunehmender Körpergröße zwar ihre Wohnhöhle, nicht aber den Eingang erweitern; sie bereiten sich damit selbst ein lebenslängliches Gefängnis. Trotzdem finden sie ihr Auskommen; dafür sorgt die Brandung, die Plankton (Geschwebe) in ihre Höhle schleudert, von dem sie sich nähren. Wieder andere — meist kleine Formen — bevölkern das Dickicht der Seegraswiesen oder finden in Tangwäldern Unterschlupf, so der Kletterseeigel und der Strandseeigel.

Wie der berühmte Stachelhäuterforscher Mortensen berichtet, sitzen an manchen Küstenstrichen der Kei-Inseln (Indonesien) die Diademseeigel derartig dicht nebeneinander, daß sich die Stachelwehr benachbarter Tiere durchdringt und der Boden schwarz erscheint. Badegäste am Mittelmeer haben sicher schon oft an manchen Stellen den Versuch, schwimmend an einer einsamen Felsklippe zu landen, nach einigen schmerzhaften Anläufen aufgegeben, weil ihnen die lückenlose stachelige »Absperrkette« aus Steinseeigeln den Zutritt verwehrte. An günstigen Stellen finden sich hier mehr als zehn dieser Tiere je Quadratmeter. Vom Weißen Westindischen Seeigel siedeln etwa fünfzehn Erwachsene oder ungefähr 250 Jungtiere auf einem Quadratmeter, während von dem an unseren Küsten heimischen Eßbaren Seeigel nur einer auf 4,7 bis 5,5 Quadratmeter kommt. Die bisher größte Flächendichte wurde bei Sanddollars beobachtet: Auf einer Fläche von nur 0,835 Quadratmeter zählte man 67 *Dendraster excentricus*, und an einer anderen Stelle lagen sogar 486 dieser Tiere so eng beieinander, daß sie sich teilweise überdeckten. Die Herzseeigel *Echinocardium cordatum* und *Brissopsis lyrifera*, die sich bis zu zwanzig Zentimeter tief in Sand und Schlick eingraben, können ebenfalls in der beachtlichen Anzahl von zwanzig Tieren je Quadratmeter auftreten. Manche Seeigel, wie zum Beispiel die Art *Moiratropos*, neigen während der Fortpflanzungszeit dazu, größere Ansammlungen zu bilden.

Seeigel gibt es nur im Meer. Ganz wenige Arten dringen auch ins Brackwasser ein, so der Strandseeigel, der Zwergseeigel und *Strongylocentrotus drobachiensis*, die auch in der westlichen Ostsee vorkommen. Der größte Artenreichtum herrscht wie bei den Haarsternen und Seewalzen in der indomalaiischen Region. Von diesem Zentrum ausgehend, finden wir zahlreiche, über weite Gebiete des Indischen und Stillen Ozeans verbreitete Arten, die dann an den verschiedenen Küstenstrichen mit den dort heimi-

Bohrtätigkeit

Siedlungsdichte

schen Formen zusammen die jeweilige Lokalfauna bilden. Südöstlich von diesem Ballungszentrum liegt ein weiteres an den Küsten Australiens. Hier findet man allein 135 der insgesamt etwa 850 bekannten Seeigelarten.

Sehr reich an Seeigeln, die nur in diesem Gebiet vorkommen, ist das benachbarte Neuseeland. Ein besonderes Merkmal für die Tierwelt im Indischen und Stillen Ozean ist es, daß dort Lanzenseegel und Diademseeigel verhältnismäßig häufig vertreten sind.

Während die Ausbreitung der artenreichen tropischen Fauna aus dem indomalaiischen Raum nach Norden und Süden rasch ihre Grenzen findet, gibt es eine Reihe von Arten entlang des Äquators, die weit nach Westen und Osten gehen; sie besiedeln die ostafrikanische Küste ebenso wie die Gestade von Hawaii. Hierzu gehört der wahrscheinlich häufigste Seeigel der Welt: *Echinometra mathaei*. Er bevölkert die Küstengebiete des Roten Meeres, Ostafrikas und Madagaskars, ferner die Inselwelt des gesamten Indischen und des westlichen Stillen Ozeans einschließlich Japan, Australien und Hawaii; ostwärts geht er bis nach Clarion Island, knapp tausend Kilometer vor Mexiko. Die amerikanische Küste des Stillen Ozeans hat er aber noch nicht erreicht. Es gibt keine Seeigelart, die über den gesamten Raum des Indischen und Stillen Ozeans verbreitet ist, die also sowohl in Ostafrika als auch in Westamerika vorkommt. Es ist nämlich außerordentlich schwierig, die ausgedehnte tiefe Wasserwüste des Ostpazifik zu überwinden, in der keine Inseln den Seeigeln Stützpunkte für das Vordringen bieten.

Eine in ihrem Artenreichtum dem Indischen und Stillen Ozean vergleichbare Fülle von Seeigeln findet sich im karibisch-westindischen Raum. Aus diesem tropischen Gebiet des Atlantik dringt eine Reihe von Arten südwärts nach Brasilien und nordwärts zu den Küsten der Vereinigten Staaten vor. Besonders auffallend ist hier die reiche Erfahrung der Sanddollarfamilie Scutellidae.

Die europäischen Atlantikküsten zeigen eine verhältnismäßig einheitliche Seeigelfauna; sie reicht von Norwegen und Island über die Britischen Inseln entlang der Atlantikküste bis nach Marokko und ins Mittelmeer, erfährt dabei aber keine tiefgreifenden Änderungen. Zu ihren Vertretern gehören der Eßbare Seeigel, der Strandseeigel, der Violette Seeigel, der Zwergseeigel, der Herzseeigel, der Leierherzigel und der Lanzenigel. Die Sanddollars fehlen hier; die Echinidae sind in großer Anzahl vorhanden, ebenso die Herzseeigel, die auf der entsprechenden geographischen Breite Nordamerikas nicht vorkommen.

Arktis und Antarktis haben keine gemeinsamen Seeigelarten. Die Antarktis wird von vergleichsweise vielen Lanzenseiegeln und Herzseiegeln bewohnt, die wegen ihrer Brutpflege besonderes Interesse erregen (s. S. 349).

Weltweit verbreitete Seeigel gibt es nicht. Das ausgedehnteste Wohngebiet hat der kleine Herzseeigel *Echinocardium cordatum*; er ist in Norwegen und Island, an der europäischen Atlantikküste, im Mittelmeer, in Marokko und um Südafrika herum, aber auch in Japan, Australien, Tasmanien und Neuseeland und schließlich an den Gestaden von Brasilien und Nordcarolina anzutreffen.

Obwohl die Mehrzahl der Seeigel die flachen Küstengewässer von der Tiefenverbreitung Hochwasserlinie am Strand bis zum Rand des Kontinentalschelfs in durch-

schnittlich zweihundert Meter Tiefe besiedelt, gibt es auch einige Gruppen, die vorwiegend oder ausschließlich in der Tiefsee — so zwischen tausend und viertausend Meter Tiefe — vorkommen. Zu ihnen gehören vor allem die Lanzenseeigel und die Lederseeigel. Eine Art der Lederseeigel, *Kamptosoma asterias*, steigt im mittleren Pazifik bis in Tiefen von sechstausend Meter hinab. Dieser Rekord wird nur noch von einem irregulären, flaschenförmigen Seeigel der Gattung *Pourtalesia* überboten, der noch in 7200 Meter Tiefe gefunden wurde. Die übrigen tiefseebewohnenden Familien dagegen bevorzugen Tiefen um dreitausend Meter.

Allopatiria ocellifera lebt
an den Küsten Australiens









Vierzehntes Kapitel

Die Seesterne

Klasse
Seesterne
von H. Fechter

Die SEESTERNE (Klasse Asteroidea, Abb. S. 357 ff., 368 ff. u. 379 f.) sind sternförmige Stachelhäuter mit biegsamem Körper, dessen Mundseite dem Untergrund zugewandt ist. Rumpf scheibenförmig; von ihm gehen gewöhnlich fünf, selten bis zu fünfzig unterschiedlich lange, unverzweigte Arme aus. Die Leibeshöhle jedes Armes birgt ein Paar blindsackartiger Magenausläufer und ein Paar Geschlechtsorgane. Radialkanäle des Wassergefäßsystems verlaufen im Gegensatz zu allen anderen frei lebenden Stachelhäutern außerhalb des Stützskeletts der Körperwand. Der größte Seestern, *Freyella remex*, erreicht eine Armlänge von 45 cm; das ganze Tier hat die beachtliche Spannweite von etwa einem Meter. Bei den in der Haut eingelagerten Farbpigmenten handelt es sich um Carotinoide, im Tier- und Pflanzenreich weitverbreitete Farbstoffe. Die Mehrzahl aller Seesterne ist rot, orange oder gelblich gefärbt; doch gibt es auch grüne, violette, purpurne, blaue, bräunliche und mehrfarbig gemusterte Formen.

Die Gestalt der Seesterne wird nicht nur durch die verschieden starke Abflachung des Körpers, sondern im wesentlichen durch die Ausdehnung der Arme und deren Größenverhältnisse zum Rumpf bestimmt. Sehr kurze, eben nur angedeutete Arme, wie sie zum Beispiel der dicke Kissenstern (Gattung *Culcita*, Abb. S. 379 u. Abb. 2, S. 386) oder der dünne Gänsefußstern (*Anseropoda placenta*, Abb. 1, S. 385) haben, geben dem Körper die Form eines Fünfecks. Den Gegensatz dazu finden wir bei den Familien der Linckiidae (Abb. 3, S. 386) und Brisingidae (Abb. 1, S. 387); sie besitzen einen außergewöhnlich kleinen Rumpf mit sehr langen, schmalen, zylindrischen Armen, die den Tieren eine extreme Sternform verleihen. Dazwischen gibt es alle Übergänge. Neben der Vielzahl der fünfarmigen Arten kommen einige mit sechs, sieben oder sogar fünfzehn bis fünfzig Armen vor, ganz selten auch »mißgestaltete« Tiere mit nur vier Armen.

Die Körperwand setzt sich aus der Haut, der muskel- und skeletthaltigen Bindegewebsschicht und dem innen anliegenden Bauchfell zusammen, fast alle Hautzellen tragen Wimpern; viele von ihnen sind schleimerzeugende Drüsenzellen. Die Bindegewebsschicht ist bei den einzelnen Seesternen unterschiedlich dick. Grundverschieden ist auch die Anordnung und Form der in ihr eingelagerten Kalkskelettplatten auf der Ober- und Unterseite des Körpers.

Auf der Unterseite finden sich entlang der furchig vertieften Armmitte zwei Reihen von Skelettplatten (Ambulacralplatten). Zwischen den hintereinanderliegenden Ambulacralplatten jeder Reihe sind Löcher für den Ampullenkanal

◁
Pisaster ochraceus
(vgl. S. 366) von der Küste
Kaliforniens.

◁◁
Der Siebenarmige Seestern
(*Luidia ciliaris*, s. S. 364)
lebt im Mittelmeer und
Ostatlantik.

◁◁◁
Der Rote Kammstern
(*Astropecten aranciatus*,
s. S. 365, Abb. S. 386)
zeichnet sich durch
die kammartig angeordneten
Stacheln aus.

der Füßchen ausgespart. Am Ende der Armfurchen fußen die Ambulacralplatten auf kleinen Adambulacralplatten. Die mund nächsten Ambulacral- und Adambulacralplatten aller Arme bilden einen den Mund umgebenden Skelettring. Die Armseiten werden von je einer oberen und unteren Längsreihe von Randplatten befestigt; diese Randplatten sind jedoch nur bei urtümlichen Seesterngruppen deutlich sichtbar entwickelt, bei den übrigen hingegen zu kleinen Kalkstückchen rückgebildet. Auf der Oberseite des Körpers und im Bereich zwischen den Armen wird die Leibeswand von einem mehr oder weniger regelmäßigen Netz aus stäbchen- oder schuppenförmigen Skelettelementen gestützt.

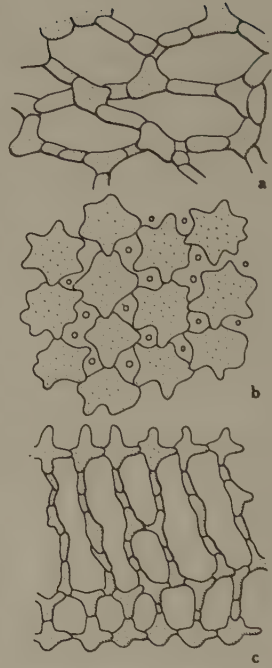
Alle Skelettplatten sind miteinander durch Muskeln verbunden und gegeneinander beweglich. Auf der Innenwand der Armoberseite verläuft von der Armspitze bis zur Rumpfmittle ein kräftiger Muskelstrang, der den Arm beugt. Der Rumpf ist von einer Ring- und einer Längsmuskelschicht umgeben. Die gleichmäßige Zusammenziehung aller Muskeln führt zu einer Versteifung des ganzen Körpers, wie man sie häufig erleben kann, wenn man einen Seestern aus dem Wasser nimmt.

Harte, vom Skelett ausgestreifte Anhänge der Körperwand kommen in Form von beweglichen und unbeweglichen Stacheln und Höckern vor. Stacheln können sich grundsätzlich von allen Skelettplatten erheben, und es gibt auch Arten, die über und über damit gespickt sind (Abb. 6, S. 386). Meist beschränkt sich jedoch die Stachelabwehr auf die Adambulacralplatten am Rande der Armfurchen; dort können die Stacheln im Bedarfsfall schützend über die Füßchenrinne gelegt werden. Kammsterne tragen auffallend mächtige Stacheln an den Armseiten; bei Zangenseesternen (Ordnung Forcipulatida) finden wir Stacheln, die häufig nicht gleich sichtbar sind, auf der ganzen Oberseite des Körpers. Gut ausgeprägte Höcker besitzen vor allem die Kissensterne (Familie Oreasteridae).

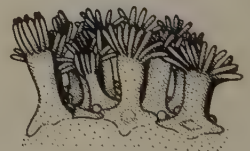
Viele Randplatten-Seesterne (Ordnung Phanerozoida) haben eine besondere Gruppierung von kleineren Stacheln. Bei ihnen erheben sich von den Skelettplatten der Oberseite kleine Säulen, die am Ende von einem Kranz beweglicher Stacheln umgeben sind. Alle zusammen bilden sie auf der Oberseite des Körpers gleichsam ein »zweites Dach«; auf ihm kann bei Arten, die sich einbuddeln, Sand abgelagert werden, ohne daß dadurch die Frischwasserzufuhr zur Oberseite unterbunden wird.

An skeletthaltigen Anhängen sind ferner noch zwei Typen von Greifzangen (Pedicellarien) entwickelt, die im Gegensatz zu denen der Seeigel stets nur aus zwei Zangenbacken bestehen. Nur die Zangenseesterne besitzen gestielte Greifzangen, die wie Scheren oder Pinzetten tätig sind; sie können einzeln über die ganze Oberfläche des Körpers verstreut oder auch zu dichten Büscheln vereint rund um Stacheln angeordnet sein. Ungestielten Greifzangen mit fangeisenartigen Zangenbacken begegnen wir vor allem bei den Randplatten-Seesternen und bei manchen Angehörigen der Ordnung Spinulosida (Abb. S. 363 oben).

Die auffallendsten weichhäutigen Körperanhänge sind zweifellos die schlauchförmigen Füßchen, die meist in Zweierreihen, seltener in Viererreihen in den Armfurchen stehen. Gewöhnlich enden sie in einem breiten Saugnapf; nur einige Randplatten-Seesterne (z. B. die Kammsterne) haben kegelförmig zulaufende Füßchen mit einem Haftmantel an der Spitze. In der Füßchenwand befinden sich kräftige Längsmuskelfasern, die beträchtliche Zugkräfte ausüben



Verschiedene Skelettplattenformen, die in der Leibeswand der Körperoberseite vorkommen: a netzartig verbundene Skeletteile von *Henricia*, b gelappte, sich überdeckende Skelettplatten eines Kammsterne, c Ausschnitt aus der Anordnung der Skelettplatten in einer Armhälfte eines Asteroidea.



Paxillen, eine besondere Stachelform, die auf der Körperoberseite vieler Randplatten-Seesterne auftritt.



Verschiedene Pedicellariientypen bei Seesternen.

(s. S. 375). Weniger auffallend als die Füßchen sind die zahlreichen winzigen, außerordentlich dünnen Stellen der Leibeswand, die kuppelartig vorgewölbt werden können. Diese Vorwölbungen werden Papulae genannt; sie sind einzeln über die Oberfläche verteilt oder stehen in Gruppen und Feldern nebeneinander. Über diese Stellen der Leibeswand erfolgt im wesentlichen die Sauerstoffaufnahme; die Papulae sind also im Grunde genommen Kiemen.

Im Bau des Wassergefäßsystems stimmen die Seesterne mit den übrigen Stachelhäutern überein. Vielarmige Seesterne haben eine der Anzahl der Arme entsprechende Menge von Radialkanälen. Im Gegensatz zu den übrigen Stachelhäutern — die Haarsterne ausgenommen — verlaufen die Radialkanäle außerhalb der Skelettplatten. Von den zu den Füßchen führenden Seitenkanälen zweigen kurze Kanalstücke ab; sie dringen durch Aussparungen zwischen den Ambulacralplatten in die Armleibeshöhle vor und erweitern sich dort zu muskulösen Ampullen. Ihre Aufgabe ist die gleiche wie bei den Seewalzen (s. S. 306). Der vom Ringgefäß abgehende Steinkanal mündet durch eine Siebplatte auf der Oberseite des Rumpfes.

Der sternförmige, von Skelettplatten umrahmte Mund führt über einen sehr kurzen Schlund in einen weiten, geräumigen Magen. Von dessen oberer Region entspringen fünf Paar Blindschläuche, die seitlich stark verästelt sind. Je ein Paar tritt in die Leibeshöhle des auf seiner Seite gelegenen Armes ein und erstreckt sich in ihr fast bis zur Spitze. Die Wände dieser Darmdivertikel enthalten Drüsenzellen, die Verdauungssäfte liefern, und Speicherzellen, in denen Fette und Glykogen (ein tierliches Kohlehydrat, das als Speicherstoff für das Tier eine ähnliche Bedeutung hat wie die Stärke für die Pflanze) abgelagert werden. Vom Magendach erhebt sich ein kurzes Darmrohr; es führt zu dem auf der Oberseite ausmündenden After. Auch dieses Darmrohr gibt seitlich mehrere verhältnismäßig kleine Blindsäcke ab. Viele urtümliche Seesterne haben keinen After.



Querschnitt durch den Arm eines Seesterns: 1 Kiemensäckchen (Papulae), 2 Keimstock, 3 Füßchenampulle, 4 Füßchen, 5 Kanäle der dritten Leibeshöhle, in denen Stränge des hyponeuralen Nervensystems (schwarz) verlaufen, 6 Radialkanal des Wassergefäßsystems, 7 Skelettplatte in der Körperwand mit Stachel, 8 Darmblindsack.

Auch bei den Seesternen sind nur zwei der drei in der Einleitung geschilderten Nervensysteme voll entwickelt. Das ektoneurale System bildet unter der Haut ein dichtes Nervennetz, das mit zahlreichen über die Oberfläche verstreuten Sinneszellen verbunden ist. Die Verzweigungen seiner Hauptbahnen folgen denen des Wassergefäßsystems. Das hyponeurale System versorgt ausschließlich die Muskulatur. Es verläuft in den Wänden des mundseitigen Kanalsystems der dritten Leibeshöhle (s. S. 276). Ein derartiger, in der Mitte unterteilter Kanal zieht unter dem Radialkanal des Wassergefäßsystems entlang; ihn begleitet jederseits ein Seitenkanal, der bereits nahe dem mundumgebenden Ringkanal abzweigt.

Die Sinneszellen der Haut reagieren auf mechanische, chemische und optische Reize. Sinnesorgane sind nur am Radialkanal des Wassergefäßsystems entwickelt, und lediglich an dessen blindem Ende, das als Tentakel an jeder Armspitze nach außen tritt. Dort schließen sich eine große Anzahl von Lichtsinneszellen zu einem primitiven Auge zusammen. Im höchstentwickelten Fall, etwa beim Eisseestern, ist es ein Grubenaugen mit einfacher vorgelagerter Hautlinse.

Das nährstoffsammelnde Blutbahnsystem durchzieht die oberen Wände der Darmblindsäcke. Seine Hauptgefäße laufen in den Haltebändern der Blindsäcke zum Magendach und münden dort in ein Ringgefäß, das mit dem Axial-

organ verbunden ist. Vom Axialorgan führt eine Blutbahn zum mundseitigen Ringgefäß. Von ihm gehen Radialgefäße aus, sie erstrecken sich in der Scheidewand des Radialkanals der dritten Leibeshöhle bis in die Armspitzen.

Als Atemorgane dienen die vielen Papulae (s. S. 263) und die Füßchen. Die Papulae werden ständig von der Leibeshöhlenflüssigkeit durchspült, die dabei Sauerstoff aufnimmt und Kohlendioxyd abgibt. Ähnliches geschieht in den Füßchen. Die Hautwimpern treiben den Atemorganen ununterbrochen frisches Wasser zu. Einen sehr bemerkenswerten »Durchlüftungsapparat« haben die Pterasteriden hervorgebracht; er steht mit der Brutpflege in Zusammenhang (s. S. 381).

Seesterne sind fast ausnahmslos getrenntgeschlechtlich. Eine der wenigen zwittrigen Arten ist der Fünfeckstern (*Asterina gibbosa*); er entwickelt zunächst männliche Geschlechtszellen, bringt später aber nur weibliche hervor und erzeugt in einem Übergangsstadium sowohl Eier als auch Samen. Von einem ringförmigen Geschlechtsstrang (Genitalstrang) an der oberen Rumpffinnen-seite geht bei den Seesternen in jedem Zwischenarmbereich ein Paar Aussakungen ab, in denen die traubigen Keimstöcke angelegt sind. Wenn die Geschlechtszellen heranreifen, wachsen die Keimlager außerordentlich stark und drängen sich in die Leibeshöhle der Arme hinein, die sie oft bis zu den Armspitzen ausfüllen. Die Ausführungsgänge münden an den Seiten der Armbasen aus. Manche Arten haben mehrere Geschlechtsöffnungen entlang der Armseitenwände.

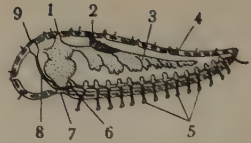
Auch bei den Seesternen bildet eine einzige urtümliche Art, *Platasterias latiradiata*, eine eigene Unterklasse: die der SOMASTEROIDEA. Abgeflacht, mit kleinem Rumpf und blattartig breiten, an der Basis jedoch schmalen Armen, die ein fiederförmiges Armskelett aus stabförmigen Skelettelementen besitzen. Ohne Pedicellarien und After, keine Saugnäpfe an den Füßchen. Lebt an der Westküste Mittelamerikas.

Alle übrigen Seesterne werden in der Unterklasse EUASTEROIDEA zusammengefaßt. Arme vorwiegend langgestreckt, ohne fiederförmiges Armskelett. Die dachartig gegeneinander geneigten Ambulacralplatten bilden eine Armfurche. Fünf Ordnungen (Platyasterida, Phanerozonida, Spinulosida, Euclasterida und Forcipulatida) mit zusammen 28 Familien.

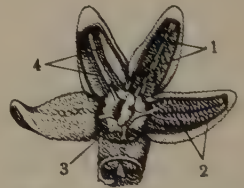
Die PLATYASTERIDA haben flache, blatt- oder riemenartige Arme mit Querreihen aus vielen gestreckten Armskelettplatten. Bei der zu den Platyasterida gehörenden Familie LUIDIDAE sind die Arme schmal riemenartig, ohne obere Randplatten; die Füßchen enden kolbig; After und Darmblindsäcke fehlen. Das Mittelmeer und den Atlantik von den Faröern bis Kap Verde bewohnt der SIEBENARMIGE SEESTERN (*Luidia ciliaris*; Abb. S. 359); orangerot, 7 bis 30 cm lange Arme; in 4 bis 400 Meter Tiefe auf Sand. Kleiner ist die fünfarmige rötlich-braune *Luidia sarsi*, welche die gleiche Verbreitung hat und auf Schlammböden in 10 bis 1300 Meter Tiefe vorkommt (s. S. 387).

Die RANDPLATTEN-SEESTERNE (Ordnung Phanerozonida) haben einen sternförmigen oder fünfeckigen Körper mit deutlich sichtbaren oberen und unteren Randplatten. Von den vier Unterordnungen sind die CRIBELLOSA und NOTOMYATA vorwiegend Tiefseebewohner. *Porcellanaster coeruleus* (Abb. 3, S. 385).

Zur Unterordnung PAXILLOSA (Körperoberseite mit Paxillen, Füßchen ohne



Längsschnitt durch den Rumpf und einen Arm eines Seesterns: 1 After, 2 Geschlechtsöffnung, dahinter ein Keimstock, 3 Darmblindsack, 4 Skelettplatte in der Körperwand mit Stachel, 5 Füßchen, 6 Ring des Wassergefäßsystems, von dem die Radialgefäße zu den Füßchen hinziehen, 7 Mundöffnung, 8 Steinkanal, 9 Siebplatte (s. S. 363).



Das Innere eines Gemeinen Seesterns (*Asterias rubens*), dessen obere Körperwand teilweise entfernt wurde: 1 Keimstöcke, 2 Darmblindsack, 3 Magen-sack, 4 Füßchenreihe (s. S. 363).



Die Siebrinnen zwischen zwei Armen eines Porzellanasteriden.

Familie Kammsterne Saugnäpfe, mit Doppelampulle) gehören beispielsweise die sehr artenreichen KAMMSTERNE (Familie Astropectinidae). Randplatten groß, häufig mit langen, kräftigen Stacheln besetzt. After fehlt. Der ROTE KAMMSTERN (*Astropecten aranciatus*; Abb. S. 358 u. Abb. 7, S. 386) ist orangerot, unterseits gelblich und hat bis zu 28 cm lange Arme. Im Mittelmeer und im Atlantik von Portugal bis Angola ist er in 1 bis 20 Meter Tiefe auf Sandgründen und auf Seegraswiesen sehr häufig. Weit verbreitet ist der NORDISCHE KAMMSTERN (*Astropecten irregularis*); er kommt im Atlantik von den Lofoten bis Nordwestafrika und im Mittelmeer vor, mehrere Unterarten; Armlänge bis 16 cm, Farbe rötlichbraun bis rötlichviolett; in 10 bis 1000 Meter Tiefe. Durch ihre Brutpflege bemerkenswert ist die Gattung *Leptychaster* (s. S. 378).

Familie Kissensterne

Die Angehörigen der Unterordnung VALVATA haben Füßchen mit Saugnäpfen; Oberseite mit Paxillen, Stacheln oder ganz nackt; Randplatten auffällig. Von den acht Familien (s. Systematische Übersicht, S. 460) seien folgende genannt: 1. ARCHASTERIDAE mit einem der häufigsten Seesterne des Indopazifik, *Archaster typicus*, dessen Paarbildung auf S. 377 geschildert wird. 2. GONIASTERIDAE: fast fünfeckige Seesterne mit sehr kurzen Armen, dicken, massiven Randplatten und breitem Rumpf. Hierzu *Sphaeriodiscus placenta* (Abb. S. 380); Durchmesser bis 17 cm; gelb oder rotbraun; Mittelmeer und Atlantik von Archon bis zum Senegal. 3. KISSENSTERNE (Familie Oreasteridae): vorwiegend größere, massige Seesterne mit breiter Armbasis; Skelett der Oberseite netzartig mit zahlreichen Papulae in den Maschen; hauptsächlich indopazifisch. Hierzu die Gattung *Culcita* (Abb. S. 379 u. Abb. 2, S. 386) mit fünfeckigem, kissenartig dickem Körper, ferner *Protoreaster lincki*. 4. LINCKIIDAE: Rumpf sehr klein; Arme lang, schlank und zylindrisch, Randplatten kaum sichtbar. Vor allem in tropischen Meeren reich entfaltet. Hierzu neben der Gattung *Linckia* (Abb. 3, S. 386) der VIOLETTROTE SEESTERN (*Ophidiaster ophidianus*); im Mittelmeer und im Atlantik von Portugal bis St. Helena; Armlänge bis 17 cm; karmin- oder orangerot, manchmal mit dunkleren Flecken; in 0 bis 100 Meter Tiefe. *Hacelia attenuata* (Abb. S. 380); Durchmesser 27 cm, scharlachrot mit gelben Füßchen; Mittelmeer und portugiesische Atlantikküste von 1 bis 150 Meter Tiefe.

Bei der Ordnung SPINULOSIDA sind die Randplatten meist klein und undeutlich; Füßchen in zwei Reihen, stets mit Saugnäpfen; Skelett der Oberseite netzförmig oder sich dachziegelartig überlappend, häufig mit kleinen Stacheln; Pedicellarien sehr selten vorhanden, nie gestielt. Von den elf Familien dieser Ordnung (s. Systematische Übersicht) seien hier nur die wichtigsten genannt: 1. ASTERINIDAE: Körper fast fünfeckig, Arme sehr kurz, Skelettplatten überdecken sich oberseits dachziegelartig. Bekannteste Arten: FÜNFECKSTERN (*Asterina gibbosa*); Durchmesser bis 6 cm; grüngrau, gelbgrün oder rotbraun; Mittelmeer und Atlantik in 0 bis 130 Meter Tiefe unter Steinen und in Seegraswiesen. GÄNSEFUSS-STERN (*Anseropoda placenta*; Abb. 1, S. 385); fünfeckig, Durchmesser bis 20 cm, Dicke 1 cm; scharlachrot, unterseits gelblich oder bläulich; Mittelmeer und Atlantik in 10 bis 600 Meter Tiefe, im Sand vergraben (s. S. 387). NETZSTERN (*Patiria miniata*; Abb. S. 380). 2. ECHINASTERIDAE: Rumpf klein, Arme lang und schlank. Hierzu der ziegelrote PURPURSTERN (*Echinaster sepositus*; Abb. S. 370) Armlänge bis 15 cm, mit kleinen, in der Haut versteckten Stacheln; Mittelmeer und Atlantik in 0 bis 250 Meter Tiefe, sehr häufig. BLUTSTERN (Hen-

ricia sanguinolenta); etwas kleiner, blutrot; in 0 bis 2400 Meter (Verbreitung s. S. 384). 3. ACANTHASTERIDAE mit der sehr giftigen Art *Acanthaster planci* (Abb. 6, S. 386); 11 bis 21 kurze Arme, lange Stacheln auf der Oberseite. 4. SONNENSTERNE (Familie Solasteridae): Rumpf breit, viele kurze Arme. Der purpurote, weißlich gemusterte STACHELSONNENSTERN (*Crossaster papposus*; Abb. 4, S. 386) hat 8 bis 14 Arme und einen Durchmesser bis 34 cm; er bewohnt den Nordatlantik in 0 bis 1200 Meter. Ähnlich ist *Solaster endeca* (s. S. 374). 5. PTERASTERIDAE: Arme breit und kurz, Paxillen auf der Oberseite, die eine muskulöse Membran tragen; durch ihre Brutpflege bemerkenswert (s. S. 38; Abb. e, S. 377).

Familie
Sonnensterne

Die Ordnung EUCLASTERIDA besteht nur aus der einzigen Familie BRISINGIDAE. Rumpf klein, scheibenförmig; sechs oder mehr langgestreckte, schlanke Arme und viele Stacheln; Randplatten unscheinbar; Greifzangen klein, ähnlich denen der nachfolgenden Ordnung Forcipulatida. Meist leicht zerbrechliche Tiefseeformen; so *Odinella nutrix* (Brutpflege s. S. 378) und *Freyella* (Abb. 1, S. 386).

Ordnung
Zangensterne

Im Gegensatz zu allen anderen Seesternen besitzen die ZANGENSTERNE (Ordnung Forcipulatida) gestielte Greifzangen. Rumpf nicht scheibenförmig; Randplatten der Arme zu kleinen Skelettstückchen rückgebildet; Füßchen vielfach in Viererreihen. Die bekannteste und artenreichste der drei Familien ist die der ASTERIIDAE; Arme schlank, allmählich in den mäßig großen Rumpf übergehend; Oberseite mit Stacheln, die von einem Wall aus Greifzangen umgeben sind. Das Mittelmeer und den Atlantik bewohnt der DORNENSTERN oder BLAUE SEESTERN (*Coscinasterias tenuispina*); sechs bis zwölf Arme von 9 cm Länge; bläulichweiß mit großen bräunlichen Flecken; in 0 bis 50 Meter Tiefe auf Felsböden unter Pflanzen und Steinen. Von Norwegen bis Kap Verde und im Mittelmeer ist der EISSEESTERN (*Marthasterias glacialis*; Abb. S. 380) verbreitet; fünf Arme, die 35 oder im Höchstfall bis zu 50 cm lang werden, mit kräftigen Rand- und Oberseitenstacheln; Färbung sehr veränderlich, vorwiegend grünlich, gelblich, rötlich oder bräunlich; in 0 bis 180 Meter Tiefe. Der GEMEINE SEESTERN (*Asterias rubens*; Abb. 2, S. 385) siedelt im Atlantik vom Weißen Meer bis zum Senegal in 0 bis 650 Meter Tiefe; Armlänge bis 26 cm; Färbung rot, rotbraun oder rotviolett, sehr veränderlich. Durch ihre Brutpflege ausgezeichnet ist die Gattung *Leptasterias* (vgl. S. 378 u. 381). Ein häufiger Seestern der Pazifikküste Nordamerikas, der OCKERSTERN (*Pisaster ochraceus*; vgl. Abb. S. 360), ist ocker-gelb und hat bis zu 14 cm lange Arme.

Anders als die Seeigel, die zur Fortbewegung ihre Stacheln sehr wirksam einsetzen können, laufen die Seesterne ausschließlich mit ihren Füßchen. Bewegt sich so ein Seestern in der Ebene fort, so schleppen die Füßchen den Körper nicht etwa mühsam über den Grund, indem sie sich festsaugen und durch anschließendes Zusammenziehen den Körper nachholen; sie arbeiten vielmehr wie Hunderte von kleinen, stämmigen Stelzen. Durch den Druck des Wassergefäßsystems werden sie ausgesteift, heben den Körper vom Untergrund hoch und tragen ihn in regelrechten Schreitbewegungen über den Boden hinweg. Alle Füßchen des Tieres schreiten dabei in gleicher Richtung, marschieren aber nicht im Gleichschritt. Beim Schritt biegt sich das Füßchen etwas in Laufrichtung und übt dadurch einen Schub aus.

Fortbewegung

Die Führung in einer bestimmten Fortbewegungsrichtung übernimmt meist

ein Arm, seltener ein Armpaar. Wird eine Richtungsänderung erforderlich, so geht die Führung auf denjenigen Arm oder das entsprechende Armpaar über, das in die neu einzuschlagende Richtung weist. Nur bei ganz wenigen Arten scheint stets derselbe Arm bei der Bewegung voranzugehen. Im allgemeinen sind Seesterne träge Tiere, die meist am Untergrund verankert ruhen, gewöhnlich gehen sie nur zu bestimmten Zeiten auf Nahrungssuche oder wechseln aus anderen Ursachen, zum Beispiel bei starker Sonneneinstrahlung oder Temperaturerhöhung, ihren Standort.

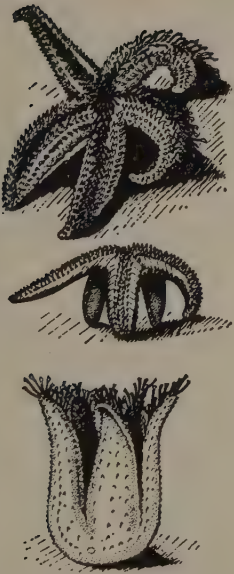
Was die Laufgeschwindigkeit betrifft, so scheinen erhebliche Unterschiede zwischen den Arten, die in nahrungsreichen seichten Küstenzonen leben, und denen, die auf Sand- und Schlickböden weite Strecken zurücklegen müssen, zu bestehen. Die großen Arten der Gattung *Luidia* mit ihren bis zu drei Zentimeter langen Füßchen gelten übereinstimmend als die lebhaftesten und schnellsten Seesterne. So kann zum Beispiel *Luidia sarsi* fünfundsiebzig Zentimeter je Minute laufen. Schnell sind auch die Kammsterne, von denen nicht wenige bis zu sechzig Zentimeter in der Minute schaffen. Sehr viel langsamer bewegen sich dagegen einige Angehörige der Familie Asteriidae. So kommt *Asterias rubens* nur fünf bis acht Zentimeter in der Minute voran. Der Fünfeckstern (*Asterina gibbosa*) gehört mit ungefähr zweieinhalb Zentimeter in der Minute zu den langsamsten Seesternen.

Die höchste erreichbare Laufgeschwindigkeit läßt sich nur sehr schwer feststellen, denn natürlich fliehen die Tiere aus einer bedrohlichen Lage weit rascher als sie sich beim gemütlichen Bummel fortbewegen. So legt beispielsweise *Asterias forbesi* im Meer ohne Bedrohung fünfzehn bis zwanzig Zentimeter in der Minute zurück, während er bei einem Angriff im Labor mit fünfundzwanzig bis fünfunddreißig Zentimeter in der Minute das Weite sucht. Selbstverständlich werden derartige Spitzengeschwindigkeiten nicht als Dauerleistungen vollbracht. Wie wir noch bei der Schilderung der Nahrungssuche erfahren werden, bringt eine *Asterias vulgaris* in zwei Tagen nur zwölf Meter hinter sich.

Einige Arten scheinen regelmäßige Wanderungen zu unternehmen, die sie zu Beginn der kalten Jahreszeit in tieferes Wasser führen und im Frühjahr in seichteres zurückbringen. Auf den Streifzügen bei der Nahrungssuche entdecken die Seesterne auch neue Siedlungsgebiete, in die sie offensichtlich so lange einwandern, bis sie eine gewisse Siedlungsdichte erreicht haben. Eine sechzig Quadratmeter umfassende Fläche wurde vom Ockerstern (*Pisaster ochraceus*) völlig befreit und war sechs Wochen später mit einer gleich großen Anzahl derselben Art wieder besetzt.

Wahrscheinlich sind fast alle Seesterne in der Lage, an senkrechten Wänden hochzuklettern. Vielen gelingt dies nicht nur auf natürlichen Hartböden, sondern auch auf den glatten Glasscheiben eines Aquariums. Besonders geschickt zeigen sich in dieser Hinsicht einige Arten der Linckiiden (Familie Linckiidae), die im Korallengeäst leben; sie können ebenso an Stäben und dickeren Drähten in die Höhe turnen. Auch Arten, die keine Saugscheiben an den Enden ihrer Füßchen haben, zum Beispiel die Kammsterne, vermögen an Glaswänden hochzuklettern. Ihre kegelförmigen Fußspitzen sondern einen leimartigen Stoff ab, der sie für die kurze Dauer eines Schrittes an der Unterlage festklebt.

Während beim Laufen in der Ebene die Füßchen den Körper durch Schieben



Verschiedene Möglichkeiten für einen auf den »Rücken« gefallenen Seestern, sich wieder umzudrehen.

vorwärtstragen, müssen sie beim Klettern die Last hochziehen. Sie tun das so: Einzelne Füßchen, die gerade nicht benötigt werden, um den Seestern an der Wand festzuhalten, strecken sich weit nach oben, saugen oder kleben sich auf einem höheren »Griffpunkt« fest und ziehen anschließend durch Zusammenziehen der Füßchenmuskeln den Körper nach. Ein Ockerstern, der an einem Pfahl in die Höhe klettert, schafft in vierundzwanzig Stunden zwei bis drei Meter.

Das Eingraben wird vor allem von den auf Sand- und Schlickböden lebenden Kammsternen ausgeübt. In ihren Ruhepausen verschwinden sie unter der Oberfläche. Ihr Aufenthaltsort ist dann nur mehr an einer sternförmigen Unebenheit des Grundes zu erkennen. Beim Graben schieben die Füßchen unter allen Armen gleichmäßig den Sand nach der Seite weg. Der Seestern sinkt immer tiefer, während sich an den Armrändern Sandwälle auftürmen; schließlich rieselt ein Teil der Sandwälle auf die Oberseite des Körpers und bedeckt sie nach und nach immer dichter. Außer den Kammsternen graben sich auch noch einige Arten der Gattung *Luidia* und der Gänsefußstern (*Anseropoda placenta*) ein. Allen gelingt es ziemlich rasch, wieder freizukommen, indem sie ihre Arme emporkrümmen und so die dünne Sanddecke abstreifen.

Legt man einen Seestern mit seiner Oberseite nach unten auf den Boden, so ist er bestrebt, nach kurzer Zeit wieder »auf die Füße« zu kommen und dreht sich mehr oder weniger rasch und gewandt um. *Asterias rubens* braucht dazu nur zwei bis fünf Sekunden; massigere Arten, wie der Eisseestern (*Marthasterias glacialis*), benötigen acht bis neun, der Rote Kammstern (*Astropecten aranciatus*) zwei bis fünfzehn Minuten. Aber einige müssen sich sogar eine Stunde lang abmühen, bis sie wieder in der richtigen Lage sind.

Bei dem Versuch, wieder Fuß zu fassen, benutzen die Seesterne in geschickter Weise Bodenwellen, Vertiefungen und andere Unebenheiten, ferner Wände, Steine, Aufwuchs und sonstige Gegenstände der Umgebung, um Halt zu finden oder sich einspreizen zu können. Manche Arten drehen dabei einen oder mehrere Arme so lange um ihre Längsachse, bis die Füßchen wieder Boden gewinnen, sich festheften und den Körper in die richtige Lage ziehen. Andere krümmen zwei Arme, bis die Unterseiten der Armspitzen den Boden berühren; wenn die Füßchen dann Halt finden, führen sie einen langsamen Überschlag des ganzen Körpers herbei.

Die beiden anderen Methoden, die außerdem noch angewandt werden, haben eine Verlagerung des Schwerpunktes zum Ziel. Um dies zu erreichen, krümmen die Tiere alle Arme nach unten ein und erheben sich auf die Armspitzen. Dabei fallen sie wieder um und diesmal auf die richtige Seite. Beim anderen Verfahren schlagen sie alle Arme nach oben zusammen; der Seestern liegt jetzt nur mehr mit einem kleinen Teil seines gewölbten Rumpfes am Boden auf, kommt aus dem Gleichgewicht und kippt auf eine Seite. Dort versucht er sofort, mit mindestens einem Arm Fuß zu fassen.

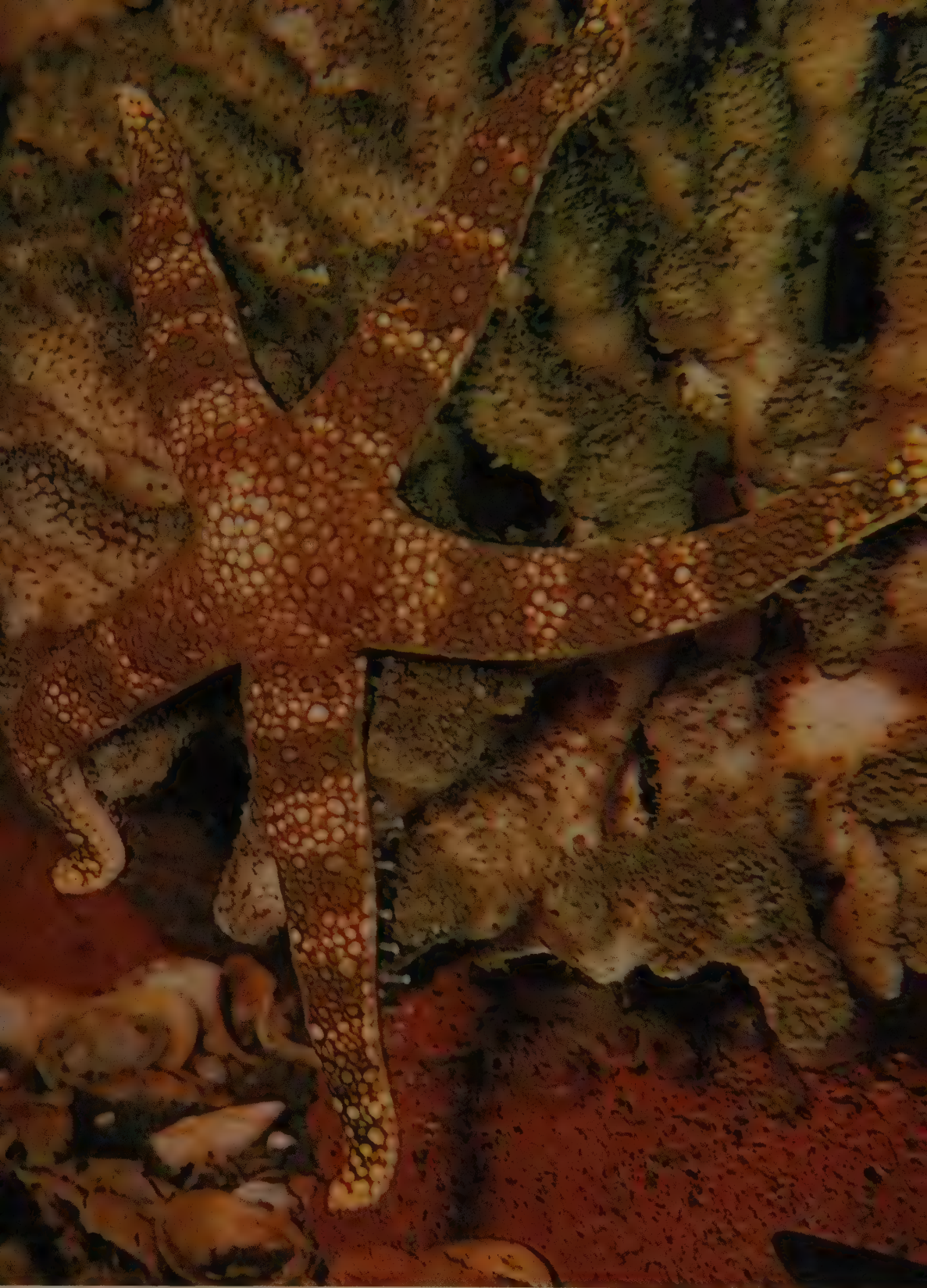
Aber die Seesterne können nicht nur aus einer verkehrten Lage wieder »auf die Beine« kommen; viele bringen auch das Kunststück fertig, sich auf den Rücken zu legen, wenn sie angegriffen werden. Auf diese Weise schütteln sie zum Beispiel einen anderen Seestern ab, der in mörderischer Absicht über sie herfällt.

▷
Fromia ghardaqana lebt
im Roten Meer.

▷▷
Im Mittelmeer und Ost-
atlantik kommt der Pur-
purstern (*Echinaster*
sepositus, s. S. 365) vor.









Nähere Einzelheiten über die Ernährungsweise sind nur von wenigen Seesternen bekannt. Es scheint unter ihnen Räuber, Weidegänger und Verzehrer von Kleinlebewesen zu geben; dazwischen sind jedoch zahlreiche Übergänge möglich. Nicht selten kann ein- und dasselbe Tier zwei dieser »Erwerbstätigkeiten« abwechselnd ausüben, je nach den herrschenden Bedingungen.

Diejenigen Seesterne, die sich von Kleinlebewesen ernähren, besitzen entlang der Armrinne, in der die Füßchen stehen, einen besonders gut entwickelten Wimperapparat. Sie suchen mit den Füßchen die Oberfläche des Bodens ab oder durchwühlen damit die obersten Bodenschichten nach kleinsten Pflanzen und Tieren und nach toten organischen Stoffen. Stoßen sie auf verwertbare Nahrungsteilchen, so bringen sie dieses Futter in den mundwärts ziehenden Wimperstrom der Armfurchen, verpacken es dort in reichlich abgesonderten Schleim und transportieren es wie auf Fließbändern zum Mund. Diese Art des Nahrungserwerbs wenden vor allem die in der Tiefsee lebenden Porcellanasteriden an, die zur Unterordnung Cribellosa der Randplatten-Seesterne gehören. In ihren Mägen findet sich reichlich Bodenmaterial mit vielen Foraminiferen, Kiesalgen und Strahlentierchen. Manchmal sind allerdings auch kleine Schnecken, Wurmstückchen und Teile von Seeigeln darunter. Man muß daher annehmen, daß sie größere Brocken durchaus nicht verschmähen, wenn sich ihnen hierzu die Gelegenheit bietet. Diese Ernährungsweise, die man häufig auch als »Straßenkehrermethode« bezeichnet, wird bei den Seichtwasserformen vor allem von den Gattungen *Henricia* und *Porania* und von *Linckia guildingi* ausgeübt. Vermutlich ist sie besonders in der Familie der Linckiiden sehr weit verbreitet.

Bei den Weidegängern treffen wir auf eine Fähigkeit, die bei außerordentlich vielen Seesternen erstaunlich gut ausgebildet ist und vor allem von den räuberisch lebenden Arten zu großer Vollkommenheit gebracht wurde. Die Tiere können nämlich den umfangreichen, in tiefe Falten gelegten Magen durch die Mundöffnung nach außen stülpen. Dies geschieht, indem die Muskulatur der Arme und der Körperscheibe zusammengezogen wird; dadurch erhöht sich der Druck in der Leibeshöhle stark, und die Leibeshöhlenflüssigkeit drängt die Magenfasen blasenförmig zur Mundöffnung hinaus. Die Weidegänger, zu denen beispielsweise der Falsche Amerikanische Kissenstern oder Netzstern (*Patiria miniata*) und einige Arten der echten tropischen Kissensterne (Familie Oreasteridae) gehören, schmiegen die äußerst bewegliche Magenschleimhaut dem Untergrund an und verdauen den Aufwuchs. Sehr schön läßt sich das verfolgen, wenn solche Seesterne an algenbewachsenen Aquarienscheiben füttern.

Diese Seesterne verspeisen sowohl tierlichen als auch pflanzlichen Aufwuchs und sogar tote Tiere; ja, von dem antarktischen *Odontaster validus* ist bekanntgeworden, daß er selbst den Kot von Robben nicht verschmäht. Wimpern befördern den vor dem Mund erzeugten, halbverdauten Nahrungsbrei in die Magenblindsäcke. Erst dort erfolgt die endgültige Verdauung. Der in den tropischen Korallenriffen des Stillen und Indischen Ozeans lebende *Acanthaster planci* (Abb. 6, S. 386) weidet auf diese Weise die Polypen riffbildender Korallen ab und zerstört damit häufig ausgedehnte Riffbereiche. So war man in jüngster Zeit gezwungen, seine Vermehrung in bestimmten Gebieten — wie zum Beispiel dem Großen Barriereriff — unter Kontrolle zu bringen, um

<

Die Dornenkrone (*Acanthaster planci*, s. S. 366; Abb. S. 380 u. Abb. 6, S. 386) ist ein giftiger, riffzerstörender Seestern des Indopazifiks.

<<

Nardoa variolata auf einer Steinkoralle.

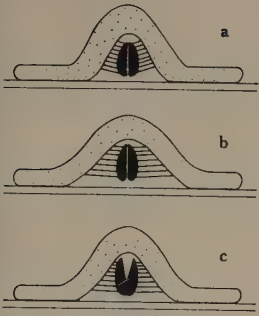
die Riffe zu erhalten. Nach den Angaben des Instituts für Meereswissenschaften in Miami (Florida) haben solche Seesterne bereits einen 38 Kilometer langen Riffstreifen vor der Nordküste der Insel Guam im Stillen Ozean zum Absterben gebracht. Manche Weidegänger können mit Hilfe der kräftigen Wimperfelder ihrer ausgestülpten Magenwände die Bodenoberfläche abkehren, ähnlich wie es eine Straßenkehrmaschine tut, und Nahrungsteilchen zur Verdauung in die Magenblindsäcke schaffen.

Die Mehrzahl aller Seesterne aber führt eine räuberische Lebensweise. Ihre Beutetiere sind vorwiegend Muscheln, Schnecken, Krebstiere, Seeigel und Schlangensterne. Manche verschlingen ihre Opfer ganz und sind dazu noch richtige »Vielfräße«, zum Beispiel der Rote Kammstern, in dessen Magen schon zehn Pilgermuscheln, sechs *Tellina*, fünf *Dentalium* und dazu noch einige Kegelschnecken auf einmal gefunden wurden. Eine *Luidia sarsi* hatte sich nicht weniger als 73 junge Schlangensterne einverleibt, eine andere neben 53 Schlangensteinern noch einen kleinen Herzseeigel. Der Stachelsonnenstern verschlingt ganze Miesmuscheln und verdaut ihre Weichteile in etwa 24 Stunden. Die leeren Schalen entfernt er wieder durch Ausstülpen des Magens. Der Gänsefußstern verspeist verschiedene Garnelen, Flohkrebse, Krabben und Einsiedlerkrebse. Die Beute wird entweder von Füßchen zu Füßchen mundwärts weitergereicht oder durch Einkrümmen eines oder mehrerer Arme zur Mundöffnung geführt.

Eine sehr bemerkenswerte Ernährungsweise üben einige Sonnensternarten aus. *Crossaster papposus* (Abb. 4, S. 386) und *Solaster endeca* greifen den Gemeinen Seestern (*Asterias rubens*; Abb. 2, S. 385) an; *Solaster dawsoni* macht sich an den Seestern *Evasterias troscheli* heran. Die Opfer stoßen daraufhin den angegriffenen Arm ab, der dann von den Sonnensteinen verzehrt wird. »Grausam« erscheint — mit unseren menschlichen Maßstäben gemessen — das Vorgehen der kleinen *Solaster endeca*. Sie setzt sich auf die Armspitze eines *Asterias*, zwingt sie in ihre Mundöffnung und beginnt sie langsam abzuknabbern. Das kann tagelang so weitergehen, bis schließlich der Arm des Opfers für den Mund des kleinen Sonnensterns zu breit wird und er von ihm abläßt. Der vergleichsweise große *Asterias* vermag seinen »kannibalschen« kleinen Reiter nicht abzuschütteln und ist ihm wehrlos ausgeliefert.

Unter den räuberischen Seesternen gibt es außer den Schlingern auch viele, die ihre Beute vor dem Munde verdauen. Sie stülpen hierzu auf dieselbe Weise, wie es die Weidegänger tun, ihren ausgedehnten Magen aus und führen einzelne Magenlappen in Körperöffnungen ihrer Opfer ein. Zum Eindringen genügen ihnen bereits winzige Spalten und Löcher, beispielsweise die kleinen Aussparungen in manchen Muschelschalen, durch welche die Byssusfäden (s. S. 151) austreten, wie bei den Miesmuscheln, oder der bei vielen Muscheln nicht ganz dicht verschließbare hintere Schalenbezirk, in dem die Aus- und Einstromöffnung für das Atemwasser liegt.

Die Magenwand ist äußerst dehnbar und verformbar; manche Arten können sie bis zu zehn Zentimeter weit ausstrecken. Sie schmiegt sich fest an die Weichteile der Beute an, ihre Schleimhaut sondert jedoch keine Verdauungssäfte ab. Die Verdauungssäfte stammen vielmehr aus den Darmblindsäcken und werden von Wimpern in kleinen Falten der ausgestülpten Magenwände



Seestern beim Öffnen einer Muschel: a Ansetzen der Füßchen, b Streckphase, c Zugphase.

zur Berührungsstelle geleitet. Dadurch wird ein Verdünnen der Verdauungssäfte vermieden, wie es bei freier Ausschüttung der Fall wäre. Auf ähnlichen Wimperbahnen gleiten dann die zu Nahrungsbrei aufgelösten Gewebe des Opfers in umgekehrter Richtung zur endgültigen Verdauung in die Darmblindsäcke.

Eine besondere Fertigkeit in der Überwältigung ihrer Beute haben viele Angehörige der Familie der Asteriiden erlangt, bei denen jeder Arm mit vier Reihen kräftiger Saugfüßchen ausgerüstet ist. Ihnen gelingt durch geschicktes Manövrieren und die gewaltige Zugkraft ihrer Füßchen die Überwindung der Schließmuskelspannung und damit das Öffnen von Muscheln. Diese Seesterne gehen dabei folgendermaßen vor: Die Füßchen ergreifen die aufgespürte Muschel und bringen sie unter die Körperscheibe, die von den Armen etwas emporgehoben und buckelartig aufgewölbt ist, vor die Mundöffnung. Dort wenden die Füßchen die Muschel so lange hin und her, bis das Schalenband dem Boden zugekehrt ist und die gegenüberliegenden, fest aneinandergepreßten, freien Schalenränder sich vor dem Munde befinden. Hierauf saugen sich außerordentlich viele Füßchen von Armbasen, die einander gegenüberliegen, an den beiden Muschelschalen fest, während sich die Armspitzen am Untergrund verankern. Danach flacht sich die aufgebuckelte Körperscheibe etwas ab, und die Armbasen spreizen sich nach den Seiten; die an den Muschelschalen festgesaugten Füßchen werden dadurch sehr stark gestreckt, vielfach bis auf das Doppelte ihrer gewöhnlichen Länge. Anschließend versteift sich der ganze Seestern in seiner zuletzt angenommenen Stellung, und die Zugphase setzt ein. Den Zug üben allein die sich zusammenziehenden Füßchen aus, während die Arme keinen Zug bewirken, sondern sich nur als starre Widerlager betätigen.

Die Zugkräfte der Füßchen sind beträchtlich. *Asterias forbesi* und *Evasterias troscheli* ziehen zum Beispiel mit einer Kraft von fünfeinhalb Kilogramm, der Gemeine Seestern und der Ockerstern üben einen Zug von vier Kilogramm aus. Es genügt bereits, wenn die Muschelschalen ein zehntel Millimeter auseinandergezogen werden. Durch diesen Spalt dringen dann die vorgestülpten Magenlappen in die Muschel ein und beginnen mit der Verdauung, die nach und nach den letzten Widerstand der Muschel überwindet.

Diesen Zugmechanismus wenden die Asteriiden auch gegenüber solchen Tieren an, die am Boden haften, wie es bei Röhrenwürmern, Seepocken, Napf- und Käferschnecken der Fall ist; sie reißen diese Opfer mit Hilfe der geschilderten Arbeitsweise vom Boden los. Es gelingt ihnen sogar, die Deckel zu entfernen, mit denen viele Meeresschnecken beim Zurückziehen den Gehäuseeingang verschließen. Der Magen wird dann in das geöffnete Schneckenhaus vorgestülpt und vermag sich über alle Windungen bis in die Spitze vorzuschlängeln. Ist eine Muschel zu groß oder kann sie nicht in eine zum Öffnen erforderliche Lage gebracht werden, so versuchen diese Seesterne einen Magenlappen durch ständig vorhandene natürliche Öffnungen, wie den schon erwähnten Byssus- oder Atemröhrenspalt, einzuführen.

Der Rote Kammstern begibt sich vorwiegend in der Abend- oder Morgendämmerung auf Beutefang. *Luidia sarsi*, *Acanthaster planci* und der Eissee- stern tun dies nachts. Einige Arten scheinen eine ausgezeichnete Witterung zu haben. Der Gemeine Seestern wandert im Aquarium aus sechzig Zentimeter

Entfernung gezielt auf einen toten Fisch zu. Hält man ihm ein Stück Krabben- oder Muschelfleisch zwei bis fünf Zentimeter vor die Armspitze, so setzt er sich auf die Nahrung hin in Bewegung, und es ist möglich, ihn damit in jede Richtung zu leiten. Im Meer durchgeführte Versuche zeigen, daß man Seesterne mit Ködern anlocken kann. So wurde zwölf Meter vor einer Austernbank ein *Asterias vulgaris* abgesetzt, der zielsicher mit einer Geschwindigkeit von sechs Meter je Tag auf die Austernbank zu marschierte. Aus zweihundert Meter Entfernung vermag der Seestern jedoch die Austernbank nicht mehr gerichtet aufzusuchen.

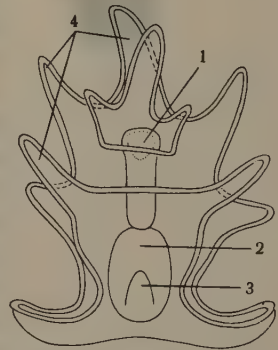
Seesterne spüren aber nicht nur Beute auf, die frei zutage liegt, sondern auch im Untergrund eingegrabene Tiere. Nimmt zum Beispiel *Pisaster brevispinus* eine im Sandboden vergrabene Muschel wahr, so setzt er sich genau über sie und beginnt sie auszugraben: Die Füßchen schieben den Sand zur Armspitze hin, und der Rumpf sinkt immer tiefer. Um zehn Zentimeter tief zu kommen, braucht er allerdings zwei bis drei Tage; aber die Muschel läuft ihm ja nicht weg. Sobald die besonders kräftigen, in der Nähe des Mundes gelegenen Füßchen die Muschel ertasten können, ergreifen sie sie und ziehen sie aus dem Boden heraus.

Manche Seesternarten nehmen, was ihnen gerade begegnet; andere wieder treffen eine Nahrungsauswahl. *Solaster*- und *Luidia*-Arten beispielsweise ernähren sich vorwiegend von Seesternen, Seeigeln und Schlangensesternen; junge *Asterias* ziehen Seepocken den Austern vor. Viele schränken die Nahrungsaufnahme ein oder verweigern sie gänzlich, wenn man ihnen bestimmte Muscheln bietet, die sie offensichtlich nicht so gern mögen wie andere. Das kann sich unter Umständen für Austernzüchter günstig auswirken, wenn zum Beispiel ein Gemeiner Seestern in eine Austernkolonie einfällt und dort auf Konkurrenten der Austern, wie Napfschnecken und *Urosalpinx*, stößt, die er lieber verspeist als die Austern.

Der Inhalt mancher Seesternmägen könnte den Eindruck erwecken, als wären diese Tiere unersättlich. Doch man muß bedenken, daß ein Großteil der verschlungenen Muscheln, Schnecken und Stachelhäuter einen sehr hohen Anteil an unverdaulichen Schalen und Skelettstoffen, aber dafür wenig Weichkörper besitzt. Die täglich aufgenommene Nahrungsmenge, die man für einige Seesterne ermittelt hat, liegt bei 2,7 bis 3,2 v. H. des Eigengewichts. Junge Seesterne dagegen vertilgen bis zu 25 bis 30 v. H. ihres Gewichts.

Das Laichen erfolgt meist in einer bestimmten Jahreszeit und umfaßt gewöhnlich — je nach Art — einen Zeitraum von ein bis drei Monaten, in dem alle fortpflanzungsfähigen Tiere der betreffenden Art ihre Geschlechtszellen abgeben. In der Mehrzahl der Fälle liegt die Laichzeit am Beginn steigender Wassertemperaturen, also im Frühjahr. In tropischen Gewässern gibt es Arten, die keine einheitlichen Laichtermine haben, und andere, die sich wahrscheinlich das ganze Jahr fortpflanzen können, wie es zum Beispiel bei der australischen *Asterina exigua* der Fall ist.

Manche Seesternarten rotten sich zu Beginn der Fortpflanzungszeit zu größeren Scharen zusammen. Bei *Asterina gibbosa* konnte man sogar beobachten, daß sich mehrere Männchen zu einem Weibchen gesellen. Das merkwürdigste Fortpflanzungsverhalten zeigt jedoch der im indomalaiischen Raum heimische



Bipinnarlarve: 1 Mund, 2 Magen, 3 After, 4 Larvenarme mit Wimperbahnen.

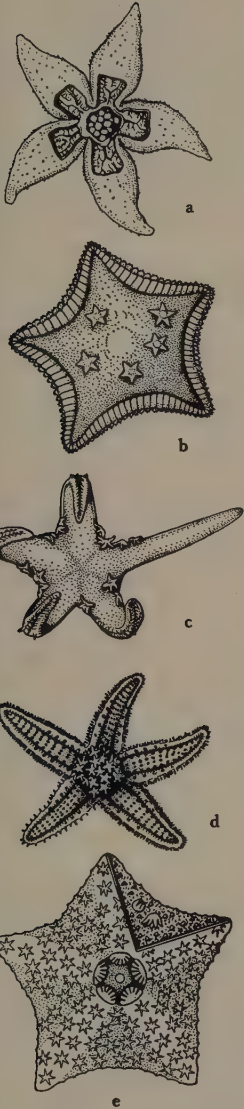
Archaster typicus; bei ihm kommt es nicht nur zu einer Paarbildung, sondern auch zu einer Art Begattungsstellung. Das Männchen klettert auf die Oberseite des Weibchens und krümmt seine Arme abwärts, zwischen die der Partnerin. Fast immer stoßen zuerst die Männchen den Samen aus und veranlassen dadurch vermutlich die Weibchen zur Eiabgabe. Die Mehrzahl der Seesterne, vor allem die vielen Seichtwasserformen, erzeugen ungeheure Massen dotterarmer Eier – von zwei Millionen bis über hundert Millionen je Fortpflanzungszeit! Bei ihnen haben die Eier einen Durchmesser von nur ein bis zwei zehntel Millimeter. Dagegen bringen die Arten der kälteren und polaren Gewässer, viele Tiefseeformen und die Brutpflegenden Seesterne nur wenige Eier hervor – höchstens einige Tausend –, die dafür aber sehr dotterreich sind und demgemäß einen Durchmesser von einem halben bis zu anderthalb Millimeter erreichen.

Die Befruchtung findet im Wasser statt. Aus den dotterarmen frei schwimmenden Eiern derjenigen Formen, die nicht Brutpflege treiben oder in kalten Gewässern leben, entwickeln sich in drei bis vier Tagen SchwimmLARVEN, die im Wasser schweben. Sie haben breite, lappige oder schlanke, armartige Fortsätze, die schleifenförmige Wimperbänder tragen, und werden Bipinnaria genannt (Abb. 4, S. 272). Sobald der Darmtrakt vollständig ist, beginnen die Larven mit der Nahrungsaufnahme. Sie fangen einzellige Algen, vorwiegend Kieselalgen, mit Hilfe der mundnahen Wimperstreifen. Rasch wachsen die SchwimmLARVEN heran und erreichen einschließlich ihrer Fortsätze manchmal beachtliche Ausmaße. So werden zum Beispiel die Bipinnarien von *Luidia sarsi* 35 Millimeter lang. Bei *Luidia sarsi*, *Luidia ciliaris* und *Pentaceraster mammillatus* (Abb. S. 379) sind die mittleren Arme verlängert und mit kräftigen Muskeln versehen; sie vollführen Schwebbewegungen.

Mit Ausnahme der Kammstern- und *Luidia*-Larven bringen wahrscheinlich alle Bipinnarien nach etwa drei Wochen vor dem Mund drei weitere stummelförmige Fortsätze hervor, zwischen denen sich ein Saugnapf entwickelt. Das auf diese Weise gekennzeichnete zweite Larvenstadium heißt Brachiolaria. Die drei Stummel und der Saugnapf bilden zusammen einen Haftapparat, mit dem sich die Larven vor Beginn der Verwandlung (Metamorphose) am Untergrund festsetzen. Nur die Kammstern- und die *Luidia*-Larven vollziehen ihre Metamorphose schwimmend, als im Plankton treibende Lebewesen.

Meist ist die Metamorphose schon nach vierundzwanzig Stunden beendet. Der am Boden festsitzende Vorderkörper der Larve wird stielartig verengt; die Larvenfortsätze und Wimperbänder werden abgebaut, Mund und After der Larve verschlossen. Schon während des Schwimmstadiums wurde auf der linken Larvenseite die Unterseite des künftigen Seesterns angelegt; dort bildeten sich die Anfangsstücke der fünf Radialkanäle. Abweichend von allen anderen Stachelhäutern, entsteht die Unterseite nicht in einer Kammer (Vestibulum), sondern frei auf der Oberfläche der Larve. Schräg gegenüber der Unterseite, auf der rechten Rückenseite der Larve, erscheinen auch bereits die ersten fünf Skelettplatten und kennzeichnen dadurch die künftige Oberseite des Seesterns. Während der Metamorphose wachsen nun die Anlagen der Ober- und Unterseite aufeinander zu und vereinigen sich zum vollständigen Jungtier.

Der Vorderarm des Jungtiers schiebt sich durch den Ring des Wassergefäß-



Brutpflege bei Seesternen:
a *Leptasterias groenlandica*, b *Trophodiscus almus*, c *Leptychaster kerguelensis*, d *Anasterias antarctica*, e *Hymenaster pelucidus*.

systems und bildet auf der Unterseite eine Mundöffnung, während auf dem Rücken der After durchbricht. Hinter den ersten fünf Tentakeln, den vorhin erwähnten Anfangsstücken der Radialkanäle, entsteht je ein Paar Füßchen mit Saugscheiben. Nach und nach bilden sich die ersten oberen und unteren Armskelettplatten, und die Arme beginnen aus dem Rumpf hervorzuwachsen. Nachdem sich die jungen Seesterne von ihrem Stiel, der sie am Untergrund verankerte, gelöst haben, klettern sie umher und beginnen bereits kleine Muscheln zu verzehren, die ihrer Größe angemessen sind.

Ganz anders ist es mit der Entwicklung der Brutpflegenden Formen und der im Kaltwasser lebenden Seesterne. Aus ihren dotterreichen Eiern entstehen eiförmige Larven. Sie sind zwar nicht mit Wimperbändern, wohl aber mit einem geschlossenen Wimperkleid umgeben. Soweit sie nicht Brutpflegenden Arten angehören, führen sie ein kurzes frei schwimmendes Larvenleben, das höchstens zwanzig Tage dauert; sie nehmen dabei keine Nahrung auf, da sie ja einen Dottervorrat haben, von dem sie zehren können. Als einzige Larvenorgane bilden sie zwei bis drei Arme aus, die den Haftpapillen der Brachiolarialarven (s. S. 377) entsprechen; mit ihnen kann die Larve, nachdem sie zu Boden gesunken ist, ein wenig herumkriechen, bevor sie sich zur Metamorphose festheftet. Bei der Metamorphose werden die Arme eingeschmolzen, während sich der Vorderkörper der Larve genau wie bei den Brachiolarialarven stielartig verengt. Die Ausgestaltung des jungen Seesterns erfolgt wie bei der Mehrzahl der Arten (s. S. 377 ff.); aber in der Entwicklung der inneren Organe herrscht eine große Mannigfaltigkeit.

Die meisten Brutpflegenden Seesterne siedeln in kalten und polaren Meeren, überwiegend in antarktischen und subantarktischen Gebieten. Von den insgesamt etwa 114 antarktischen Seesternarten treiben nicht weniger als fünfzig Brutpflege. Die einfachste Form der Brutfürsorge besteht darin, die Eier nicht einfach ins Wasser auszustoßen, sondern ihnen einen Platz für ihre Entwicklung zu suchen. Dies tut zum Beispiel der im Mittelmeer und im Ostatlantik heimische Fünfeckstern (*Asterina gibbosa*), der seine Eier sorgfältig am Untergrund festklebt, meist auf der Unterseite von Steinen; danach verläßt er sie aber. Eine wesentlich fortschrittlichere Form der Brutpflege betreiben einige Arten, die vorwiegend in antarktischen Gewässern leben. Sie legen ihre Eier zwar auf den Boden ab, stellen sich aber anschließend mit ihrem Körper schützend darüber und bleiben so lange bei der Brut, bis die Jungen völlig selbständig sind. Die Eier sind in klebrigen Schleim gehüllt und bilden meist einen zusammenhängenden Verband, zu dem häufig auch noch die Jungsterne durch Schleimstränge vereint sind. Die Weibchen hocken mit aufgewölbtem Rumpf über ihren Nachkommen. Zu dieser Gruppe, die ihren Nachwuchs fürsorglich betreut, gehören auch zwei an europäischen Küsten vorkommende Seesterne: der Blutstern (*Henricia sanguinolenta*) und *Leptasterias mülleri*.

Die antarktische Art *Odinella nutrix* aus der Familie der Brisingiden (s. S. 366) verdickt die Ansätze ihrer zahlreichen Arme so, daß sich die Stacheln benachbarter Arme kreuzen. In den Winkeln zwischen den Armen entstehen auf diese Weise Stachelkörbe, in die fünf bis neun große Eier abgelegt werden und in denen sich die Jungsterne entwickeln. Mehrere Arten der Gattung *Leptychaster*, ferner die gleichfalls zur Unterordnung Paxillosa gehörende

Seesterne aus der farbenfrohen Familie der Kissensterne (Oreasteridae, s. S. 365)

Links von oben nach unten:

Asterodiscus truncatus

Choriaster granulatus

Pentacaster mammillatus

Rechts von oben nach unten:

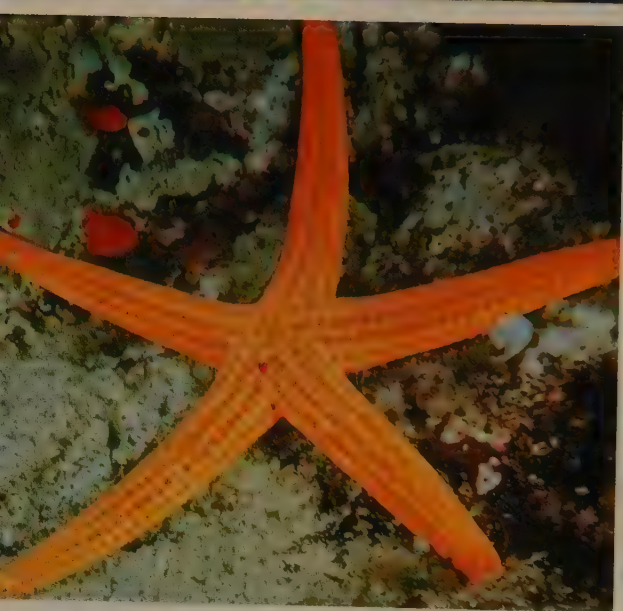
Der Kissenstern (*Culcita schmideliana*, s. S. 365,

Abb. S. 386)

Pentacaster tuberculatus

Protoreaster lincki





Art *Ctenodiscus australis* bringen ihre Eier aus den weit gegen die Oberseite verschobenen Geschlechtsöffnungen auf den Rücken zwischen die Paxillen. Es sind dies kleine Säulen, die sich von den Skelettplatten der Oberseite erheben und am Ende von einem Kranz kurzer beweglicher Stacheln umgeben sind. Dort entwickeln sich Eier und Jungsterne im Schutz des Paxillenwaldes, wobei die in seichten Vertiefungen der Scheibendecke ruhenden Jungtiere mit zunehmender Größe die Paxillen immer mehr zur Seite drängen. Die Weibchen tragen so bis zu dreißig Jungsterne mit sich herum (vgl. Abb. b u. c, S. 377).

Die vollkommenste Brutpflege in richtigen Brutkammern betreiben die Angehörigen der Pterasteriden (Abb. e, S. 377). Die Spitzen ihrer Paxillen sind untereinander und mit denen der Nachbarn durch eine häutige, mit Muskelfasern durchsetzte Membran verbunden; es entsteht über der eigentlichen Körperdecke eine Art Zeltdach, das von den säulenartigen Paxillen getragen wird. Der darunterliegende Raum ist an den Seiten über zahlreiche Poren und durch eine zentrale Öffnung zugänglich. Aus den weit nach oben verlagerten Geschlechtsöffnungen treten die Eier unmittelbar in die Brutkammer ein und entwickeln sich dort. Das »Zeltdach« pulsiert und sorgt dadurch für einen ständigen Wasserwechsel und für die Zufuhr frischen Atemwassers. Die Jungen in der Brutkammer erreichen eine Spannweite bis zu eineinhalb Zentimeter. Aber wohl die eigenartigste Brutpflegemethode hat die zur Familie der Asteriden gehörende *Leptasterias groenlandica* hervorgebracht. Bei dieser Art entwickelt sich die Brut in eigens hierfür ausgebildeten Magentaschen, die oft prall mit Jungsternen gefüllt sind (Abb. a, S. 377).

Die Wachstumsgeschwindigkeit der Seesterne hängt stark von der herrschenden Wassertemperatur und vom Nahrungsangebot ab. Viele Seesterne stellen beim Unterschreiten einer bestimmten Temperaturschwelle die Nahrungsaufnahme ein; sie wachsen deshalb im Winter überhaupt nicht oder sehr wenig. Einige können Hungerperioden von zehn bis achtzehn Monaten überstehen. Der Gemeine Seestern erreicht im ersten Lebensjahr, in dem er schon geschlechtsreif werden kann, eine Spannweite von vier bis zehn Zentimeter, der Sonnenstern *Crossaster papposus* eine von vier bis neun Zentimeter. Sowohl nach Freiland- als auch nach Aquarienbeobachtungen schätzt man, daß viele Seesterne mindestens vier bis sechs Jahre alt werden; beim Ockerstern (*Pisaster ochraceus*) hält man sogar ein Alter von zwanzig Jahren für möglich.

Als Schmarotzer und »Mitesser« der Seesterne betätigen sich: Wimpertierchen, eine Rippenqualle (*Coeloplana astericola*) und viele Borstenwürmer, die den Seesternen einen Teil ihrer Nahrung wegstehlen, indem sie entweder den in der Armfurche zum Munde ziehenden Nahrungsstrom anzapfen oder sich in der Armfurche bis an die Mundöffnung heranpirschen und dort an der Seesternmahlzeit teilnehmen. Einige liegen in der Armfurche und stecken ihr Vorderende bis in den Seesternmagen hinein.

Schmarotzende Schnecken, wie sie uns schon bei den anderen Stachelhäuterguppen begegnet sind, finden auch unter den Seesternen viele Opfer. Flohkrebse und Hüpferlinge treiben sich zwischen den Stacheln umher und nehmen zum Teil Geschwebe zu sich, das sich im Schleim der Seesterne verfängt, zum Teil vermutlich auch Gewebe des Wirtes. Innenschmarotzer verschie-

Links von oben nach unten:

Farbvariation der Dornenkronen (*Acanthaster planci*, s. S. 366, Abb. S. 372 u. Abb. 6, S. 386)

Farbvariation der im Mittelmeer und Ostatlantik verbreiteten *Hacelia attenuata* (s. S. 365) Netzstern (*Patiria miniata*, s. S. 365)

Rechts von oben nach unten:

Leiaester leachi
Eisseestern (*Marthasterias glacialis*, s. S. 366)
Sphaeriodiscus placenta (s. S. 365)

dener Seesterne sind die den Seepocken verwandten Ascothoracica. Aber auch Wirbeltiere treten als Seesternschmarotzer auf; es sind wiederum Arten aus der Gruppe der Eingeweidefische (Carapidae; s. Band IV, S. 444), die uns schon von den Seewalzen her bekannt sind (s. S. 321) und von denen des öfteren verschiedene Kissensterne befallen werden.

Ausgesprochen auf sie beschränkte Feinde haben die Seesterne nicht. Am gefährdetsten sind die Jungtiere; sie werden vielfach von Stammesgenossen — wie *Luidia* und *Solaster* —, aber auch zum Beispiel vom Kabeljau angegriffen und verzehrt. Erwachsene Seesterne können höchstens von einigen großen Schnecken überwältigt werden, so vom Tritonshorn. Es gibt jedoch Krebschen, die den Seestern die Füßchen und Hautpapillen abzubeißen vermögen.

Zur Abwehr dieser aufdringlichen Tiere und zum Schutz der gefährdeten Körperteile stehen den Seestern verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Empfindliche Teile wie die Füßchen und Hautpapillen werden eingezogen. Viele Seesterne können außerdem noch die Armfurche mit den darin geborgenen Füßchen verschließen und Stacheln, die am Furchenrand stehen, schützend darüberbreiten. Gelingt es einem Krebs oder Borstenwurm, den Seestern zu besteigen, so treten bei vielen Arten die Greifzangen in Tätigkeit, um nach dem Störenfried zu schnappen. Besonders wirkungsvoll sind die gleich in ganzen Büscheln beieinanderstehenden Greifzangen bei den Angehörigen der Ordnung Forcipulatida (s. S. 366). Erwischen sie einen Krebs oder Borstenwurm, so vermögen sie ihn unter Umständen tagelang festzuhalten. Jedenfalls geschieht dies für gewöhnlich so lange, bis sich der Gegner nicht mehr rührt.

Der Abwehr und dem Schutz dienen sicherlich auch zahlreiche Inhaltsstoffe der verschiedenen Körpergewebe, die auf andere Tiere giftig und in einigen Fällen sogar tödlich wirken. Als einziger näher bestimmter Stoff ist bisher eine saponinähnliche Substanz mit stark blutzersetzender Wirkung isoliert worden. Saponine sind Verbindungen, die sich auch in verschiedenen Pflanzen finden und die noch in großer Verdünnung die roten Blutkörperchen auflösen. Gibt man etwas von diesem in Seestern enthaltenen Stoff in Wasser und setzt Fische hinein, so sterben die Fische bei einem bestimmten Giftgehalt.

Schädliche Wirkungen auf den Menschen sind bisher nur von *Acanthaster planci* bekannt. Dieser vielarmige, über und über mit langen Stacheln besetzte Seestern lebt an fast allen Küsten des Indischen und des westlichen Stillen Ozeans vom Roten Meer bis zum Großen Barriereriff vor Australien. Sticht man sich an seinen Stacheln, so verspürt man unmittelbar darauf sehr heftige Schmerzen, die Stunden andauern können. Mitunter schwillt der Einstichbereich an, wird gefühllos und zeigt Lähmungserscheinungen. Gelegentlich kommt es auch zu Übelkeit und Erbrechen. Vermutlich sind in den Hautzellen, welche die Stacheln bekleiden, giftige Drüsenzellen vorhanden, die beim Stich in die Wunde gelangen.

Vor einiger Zeit hatte ich Gelegenheit, diese Anzeichen selbst zu beobachten. Bei einem Tauchgang im Roten Meer machte mein Begleiter eine recht unliebsame Bekanntschaft mit einem dieser auffälligen Seesterne. Er faßte ihn nur ganz kurz an, und schon war es geschehen. Schwellungen und starke Schmerzen machten ihm immerhin einige Stunden schwer zu schaffen. Die Einheimischen wissen genau um die Giftigkeit dieses Seesterns; denn sie zeigten sich gleich sehr

Abwehr und Schutz

besorgt. Einige Arten der Gattung *Echinaster* aus den wärmeren Gewässern haben zwar kurze und nicht sehr auffallende Stacheln, doch sie sollen gleichfalls giftig sein. Genaue Berichte liegen darüber nicht vor.

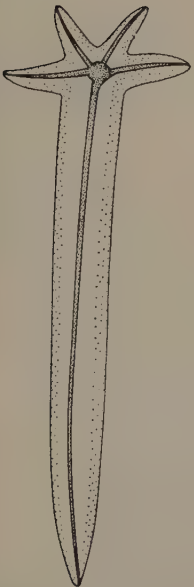
Offenbar sondern die Seesterne ständig Stoffe ab, die ihnen einen kennzeichnenden Geruch verleihen. Viele Tiere vollführen nämlich Fluchtbewegungen, wenn sie in die Nähe eines Seesterns geraten oder von ihm nur mit einem Fußchen berührt werden. Besonders tun das natürlich diejenigen Lebewesen, die zur Beute räuberischer Seesternarten zählen. Die Fluchtreaktionen lassen sich künstlich mit Extrakten aus den Fußchen oder der Haut von Seesternern hervorrufen. Empfindlich hierfür sind außerordentlich viele Muscheln und Schnecken, aber auch Seeigel und Schlangensterne. Sehr dramatisch reagieren zum Beispiel die Pilgermuscheln, die bei Annäherung mancher Seesterne erregt davonschwimmen, oder die Herzmuscheln und *Spisula*-Arten, die durch wiederholtes Strecken ihres gekrümmten Fußes in hastigen, oft über zehn Zentimeter weiten Sprüngen fliehen. Manche Schnecken schlagen Purzelbäume, um dem Seestern zu entkommen, andere ziehen rechtzeitig eine Hautfalte ihres Fußes wie eine Kapuze über das Gehäuse, auf deren schleimiger Oberfläche die Seesternfußchen keinen Halt finden, und haben so eine Aussicht zu entkommen.

Viele Seesterne können, wenn sie an einem Arm stark mechanisch oder chemisch gereizt werden, diesen Arm abstoßen (autotomieren). Manchmal genügt dazu schon der Reiz, der beim vorsichtigen Ergreifen auf den Seestern wirkt; andere reagieren erst, wenn sie verletzt oder kräftig gezwickt werden. Auch zu warmes oder fauliges Wasser oder der Angriff eines Feindes kann die Selbstverstümmelung auslösen. Sie ist vor allem bei Formen mit einer verhältnismäßig kleinen Körperscheibe und langen, schlanken Armen verbreitet; dagegen kommt sie bei Arten mit mehr fünfeckiger Körpergestalt und breitem Armansatz kaum vor.

Während zum Beispiel *Luidia sarsi* und *Brisinga coronata* die Arme an jeder beliebigen Stelle abstoßen können, ist das bei den meisten anderen Arten nur an einer besonderen, vorgebildeten Bruchzone möglich, die sehr nahe an der Körperscheibe liegt. Nach den bisherigen Beobachtungen erfolgt die Abtrennung dadurch, daß sich der Armteil vor der Bruchzone entweder fest am Boden verankert, worauf der ganze übrige Körper sich von ihm fortbewegt, oder daß der abzutrennende Arm und der Restkörper in entgegengesetzter Richtung auseinanderlaufen. Fast stets geht der abgestoßene Arm zugrunde; eine Ausnahme hiervon macht nur *Linckia*, bei der der zurückgebliebene Arm am Leben bleibt und sich zu einem vollständigen Seestern erneuert (s. S. 384).

Der an der Körperscheibe verbleibende Armstumpf wird zu einem neuen Arm. Das geschieht freilich sehr langsam. Einige Zeit nach dem Wundverschluß bildet sich eine Gewebeknospe, auf der zuerst eine neue Armspitze entsteht. Zwischen der Armspitze und dem Rumpf wächst dann nach und nach der eigentliche Arm mit seinem Wassergefäßsystem, seinen Darmblindsäcken und den Radiärnerven heran. Noch lange Zeit — häufig länger als ein Jahr — ist der neugebildete Arm an seinen vergleichsweise kleinen Ausmaßen erkennbar. Aber nicht nur ganze Arme werden erneuert: Die Seesterne können auch kleinere Verletzungen heilen und herausgerissene Teile ersetzen.

Einige Seesternarten haben die Fähigkeit zur Selbstverstümmelung (Auto-



Kometenform von *Linckia multifora*.

tomie) und zur Neubildung (Regeneration) so vervollkommenet, daß sie dadurch sogar in der Lage sind, sich ungeschlechtlich zu vermehren. Bekannt für diese Form der Vermehrung sind vor allem einige Arten der Gattung *Linckia*, besonders *Linckia multifora*, bei denen der abgestoßene Arm nicht — wie bei allen anderen Seesternen — zugrunde geht, sondern einen neuen, vollständigen Rumpf mit vier Armen hervorbringt. Diese neugebildeten Arme sind natürlich zunächst sehr klein; und das verleiht dem sich vervollständigenden Seestern eine merkwürdige Gestalt, die als Kometenform bezeichnet wird. Die übrigen Gattungen, die zur ungeschlechtlichen Vermehrung befähigt sind (*Coscinasterias*, *Sclerasterias* und *Stephanasterias*), vollziehen im Gegensatz zu *Linckia* eine regelrechte Teilung ihrer Körperscheibe. Jedes der beiden Teilstücke ergänzt dann die fehlenden Arme und Rumpfteile. Bei dem rund um die Arktis verbreiteten *Stephanasterias albula* scheint diese Vermehrungsform die geschlechtliche Fortpflanzung weit zu übertreffen.

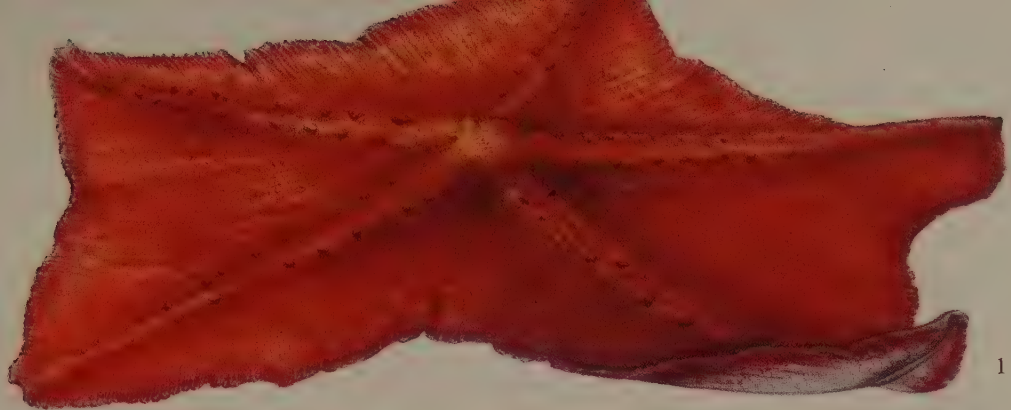
Seesterne bevölkern die Meeresböden von der Gezeitenzone bis in Tiefen von achtausend Meter. Die Mehrzahl der Arten lebt in den seichten Küstengewässern. Nur wenige dringen auch ins Brackwasser ein, so der Gemeine Seestern, der Blutstern und der Stachelsonnenstern, die in der Ostsee in Gebieten mit fünfzehn vom Tausend Salzgehalt vorkommen. Der Gemeine Seestern ist sogar noch bei einem Salzgehalt von acht vom Tausend anzutreffen. Das Siedlungsgebiet vieler Arten wird von der Häufigkeit der dort vorhandenen Beutetiere bestimmt. So findet man beispielsweise den Gemeinen Seestern und *Asterias forbesi* gleich häufig auf Fels, Sand- oder Schlickböden; entscheidend scheint nur das Angebot an Muscheln zu sein.

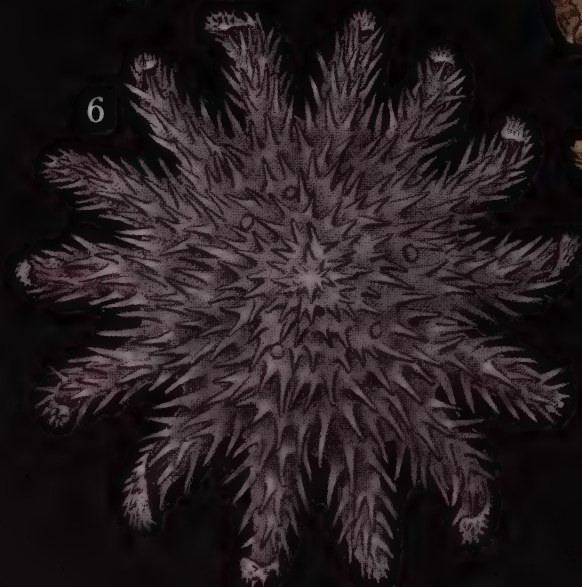
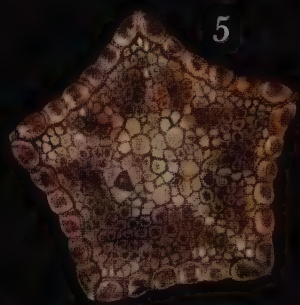
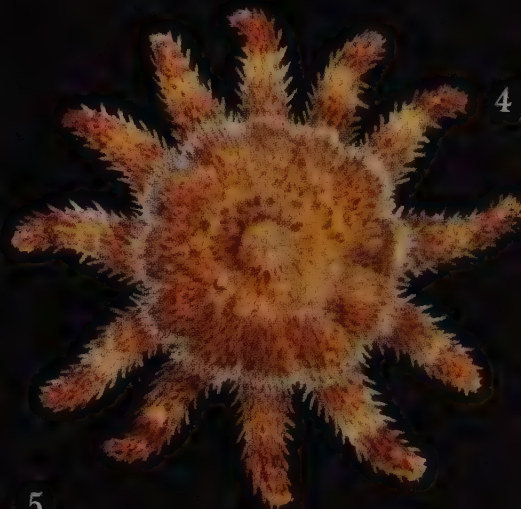
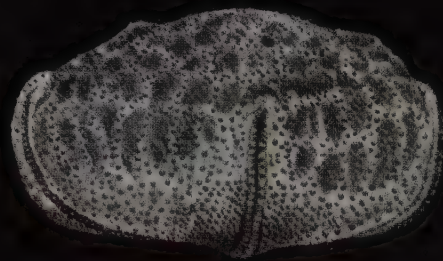
Die meisten Arten geben jedoch deutlich bestimmten Böden den Vorzug. Von denjenigen Seesternen, die an europäischen Küsten leben, sind der Purpurstern, der Blutstern, der Fünfeckstern und der Sonnenstern an Felsgründe gebunden, dort halten sie sich an Felswänden, unter Steinen oder im Pflanzenbewuchs auf. Kammstern- und *Luidia*-Arten findet man vorwiegend auf Sandböden, in die sie sich häufig eingraben, ebenso den Gänsefußstern, während zum Beispiel *Astropecten spinulosus* Seegraswiesen bevorzugt. Mancherlei Siedlungsmöglichkeiten bieten auch die Korallenriffe, wo sich vor allem die Familie der Linckiiden (s. S. 365) reich entfaltet.

Viele Seesterne meiden direktes Sonnenlicht und halten sich tagsüber unter Überhängen, in Spalten und Höhlen oder im Pflanzendickicht auf. Anderen macht starker Lichteinfall nichts aus; hierzu gehören neben zahlreichen tropischen Arten auch unsere heimischen Seesterne *Asterias rubens* und *Crossaster papposus*. Diejenigen Arten, die in der Gezeitenzone oder dicht an der Niedrigwassergrenze siedeln, sind harten Lebensbedingungen unterworfen. Sie haben dort unter Umständen mit schwerer Brandung zu kämpfen; vor allem aber sind sie großen Temperaturschwankungen und der Aussüßung durch starke Regenfälle ausgesetzt oder müssen bei Ebbe ein zeitweises Trockenliegen ertragen. In dieser Hinsicht sehr widerstandsfähig ist der Ockerstern von der nordwest-amerikanischen Küste, der beim Austrocknen einen Flüssigkeitsverlust von dreißig vom Hundert seines Gewichts ohne Schaden übersteht.

Immer wieder liest man Berichte über ausgedehnte Ansammlungen von Seesternen; doch es werden kaum genaue Zahlen- und Flächenangaben ge-

1. Gänsefußstern (*Anseropoda placenta*, s. S. 365)
2. Gemeiner Seestern (*Asterias rubens*, s. S. 366)
beim Öffnen einer Pilgermuschel (*Pecten*)
3. *Porcellanaster coeruleus*
(s. S. 364)





macht. Lediglich von *Asterias vulgaris* weiß man, daß bis zu fünfzehn Tiere je Quadratmeter beieinander leben. Sehr aufschlußreich war der Wiederbesiedlungsversuch mit dem Ockerstern (s. S. 367); hier zeigte sich ganz eindeutig die Tendenz, die Bevölkerungsdichte auf gleicher Höhe zu halten.

Die Zentren der größten Artendichte befinden sich bei den Seesternen in einer ganz anderen geographischen Lage als bei den übrigen Gruppen der Stachelhäuter. Das bedeutendste dieser Gebiete liegt im nordöstlichen Stillen Ozean mit dem Schwerpunkt an den Küsten Alaskas und Westkanadas einschließlich des Puget Sound. Dort gibt es mehr Seesternarten als sonst irgendwo in der Welt. Einige Arten dieses nordwestamerikanischen Zentrums sind über den ganzen nördlichen Stillen Ozean verbreitet. Die Mehrzahl der in diesem Gebiet lebenden Seesterne kommt aber nur dort und nirgendwo anders vor. Hinzu gesellen sich mehrere rund um den Nordpol verbreitete Arten, die sowohl im Stillen als auch im Atlantischen Ozean nach Süden vordringen und von denen daher auch einige an den europäischen und asiatischen Küsten anzutreffen sind.

Die Seesternfauna des Nordatlantik wird geprägt vom Vordringen polarer Arten entlang der Kontinente nach Süden und ihrer Vergesellschaftung mit nur dort heimischen Formen. Besonders für die europäischen Küsten sind folgende Arten kennzeichnend: der Siebenarmige Seestern, der Fünfeckstern, der Gänsefußstern, der Gemeine Seestern, der Eisseestern, ferner *Luidia sarsi* und *Astropecten irregularis*. In den wärmeren Gebieten der europäischen Meere kommen noch der Rote Kammstern, der Violettrote Seestern, der Purpurstern und der Dornenstern hinzu; sie treten fast alle zusammen mit einigen nordatlantischen Formen auch im Mittelmeer auf. In den tropischen Breiten des Atlantik gibt es einige Arten, die sowohl an den altweltlichen als auch an den neuweltlichen Küsten verbreitet sind. Während sich im westindisch-karibischen Bereich eine eigenständige Seesternfauna entwickelt hat, sind die tropischen Küsten Westafrikas außerordentlich arm an Seesternen.

Die Artenzahl der Seesterne im Indopazifik ist nicht so groß wie die im Nordpazifik; dennoch kann man die indonesisch-philippinisch-australische Region als ein weiteres Zentrum betrachten. Einige der dortigen Arten sind vom Roten Meer, der ostafrikanischen Küste und Sansibar bis nach Japan und Hawaii verbreitet. Bemerkenswert ist das Übergewicht der Randplatten-Seesterne (Ordnung Phanerozonida), vor allem der Linckiiden, und die geringe Zahl der Zangensterne (Ordnung Forcipulatida), die ja mehr in kälteren Zonen zu Hause sind.

Auch im indopazifischen Zentrum gibt es außerordentlich viele nur dort heimische Seesternarten. So sind beispielsweise von den ungefähr 190 australischen Seesternarten allein 140 auf die Küste dieses Erdteils beschränkt. Über die großen Wassermassen des Stillen Ozeans drangen Arten von Hawaii bis zum amerikanischen Kontinent vor.

Als drittes Verbreitungszentrum könnte man die Antarktis mit ihren zahlreichen Brutpflegenden Arten bezeichnen. Hier leben viele Asteriiden, darunter einige besonders große Formen, die eine Spannweite von siebzig Zentimeter erreichen können. Die beiden Polargebiete haben eine Art, *Ceramaster patagonicus*, gemeinsam.

1. *Freyella echinata*
(s. S. 366)
2. Der Kissenstern
(*Culcita schmideliana*,
s. S. 365, Abb. S. 379)
3. Blauer Seestern
(*Linckia laevigata*, s. S. 365)
4. Stachel-Sonnenstern
(*Crossaster papposus*,
s. S. 366)
5. *Tosia australis*
6. Dornenkrone (*Acanthaster planci*, s. S. 366,
Abb. S. 372 u. 380)
7. Roter Kammstern
(*Astropecten aranciatus*,
s. S. 365, Abb. S. 358)

Es gibt Seesterne, die ihr Siedlungsgebiet über ungewöhnliche Tiefenbereiche ausdehnen. So lebt zum Beispiel *Hymenaster pellucidus* von 15 bis 2800 Meter Tiefe; der Stachelsonnenstern kommt von der Gezeitenzone bis in 1200 Meter vor. Auf die Tiefsee sind vor allem die Familien der Porcellanasteriden, Benthoplectiniden, einige Kammsterne, die Brisingiden, Zoroasteriden und viele Pterasteriden beschränkt. Die meisten Tiefseearten gibt es im Nordatlantik, nur wenige im Indopazifik. Noch unter 3000 Meter gehen 139 Seesternarten, bis 6000 Meter dringen allerdings nur mehr vier vor, und aus 7600 Meter hat man lediglich noch *Eremicaster pacificus* heraufgeholt.

1. Brauner Schlangensterne
(*Ophioderma longicauda*,
s. S. 394)
2. Weibchen von *Amphilycus androphorus*
(s. S. 399), das sein viel
kleineres Männchen mit
sich herumträgt
3. Gorgonenhaupt
(*Gorgonocephalus caput-
medusae*, s. S. 394)



1

2

3

MILLA



Fünfzehntes Kapitel

Die Schlangensterne

Klasse
Schlangensterne
von H. Fechter

Die SCHLANGENSTERNE (Klasse Ophiuroidea, Abb. S. 389 ff. u. 403 ff.) sind sternförmige Stachelhäuter mit schlanken, einfachen zylindrischen oder mehrmals verzweigten Armen, die von wirbelförmigen Skelettstücken gestützt werden und stets scharf vom Rumpf abgesetzt sind. Mundseite dem Untergrund zugewandt, After nicht vorhanden. Zu beiden Seiten der Armbasis ist die Leibeswand taschenartig ins Körperinnere eingestülpt. Füßchen ohne Saugnäpfe. Die größte Art mit einfachen, unverzweigten Armen, *Ophiarachna incrassata*, hat einen Rumpfdurchmesser von 5 cm und eine Armlänge von 23 cm. Noch größere Arten stellen jedoch die Gruppen mit verzweigten Armen, hier dürfte das Gorgonenhaupt (*Gorgonocephalus stimpsoni*) mit einem Rumpfdurchmesser von 14,3 cm und Armlängen bis zu 70 cm an der Spitze stehen. Insgesamt drei Ordnungen mit siebzehn Familien (s. S. 393).

Schlangensterne können völlig unscheinbar gefärbt und dem Untergrund angepaßt sein, also grau- oder grünlichbraun, beige, dunkelbraun oder schwarz; andere dagegen sind sehr auffällig und bunt, so zum Beispiel weiß, rot, blau oder gelb gemustert. Die Färbung wird durch Carotinoide und Melanine hervorgerufen, Farbstoffe, die im Bindegewebe eingelagert sind. Es gibt eine Menge Arten, die farblich außerordentlich stark variieren, so daß kaum ein Einzeltier dem anderen in seinem Farbmuster gleicht.

Die Schlangensterne treten in zwei verschiedenen Gestalttypen in Erscheinung. Der Hauptunterschied zwischen beiden besteht in der Ausgestaltung der Arme. Bei der Mehrzahl der Schlangensterne sind die Arme außerordentlich schlank, rasch beweglich und unverzweigt. Meist haben diese Tiere fünf, seltener sechs oder sieben Arme. Im Körperumriß ist die schlanke Sternform klar ersichtlich. Dagegen verzweigen sich bei einigen Familien aus der Ordnung der Medusensterne (Phrynophiurida) die an der Basis stämmigen Arme farnblattartig. Ihr Erscheinungsbild gleicht eher dem eines Busches oder Strauches. In zusammengezogenem Zustand bilden sie ein unentwirrbares Gestrüpp, dem die Sternform nicht mehr ohne weiteres anzusehen ist.

Die Oberfläche des Körpers wird im allgemeinen von einer dünnen Haut bekleidet; sie ist — anders als bei den meisten übrigen Stachelhäutern — fast nicht bewimpert und läßt die unter ihr in der Bindegewebsschicht entwickelten schuppigen Skelettplatten klar hervortreten. Besonders deutlich sind die Skelettplatten an den Armen zu sehen. Gewöhnlich werden die Arme von einer oberen, einer unteren und zwei seitlichen Plattenreihen bedeckt; in ihnen

1. *Amphiura chiajei*
(s. S. 394)
2. Zerbrechlicher Schlangenstein (*Ophiothrix fragilis*, s. S. 394;
Abb. S. 405;
vgl. Abb. S. 403)
3. Schuppiger Schlangenstein (*Ophiura texturata*,
s. S. 394; vgl. Abb. S. 404)
4. *Astrophium permira*
5. *Asteronyx loveni*
(s. S. 398)
6. *Ophiomastix annulosa*

überlappen sich die einzelnen Platten mehr oder weniger dachziegelartig. Die Armplatten umschließen massige, wirbelförmige, aneinandergereihte Skelettstücke des Arminnenen. Alle Armwirbel sind gegeneinander beweglich und haben meist Gelenkhöcker und Gruben. Untereinander sind sie durch Muskeln verbunden, die vereint den Arm bewegen. Der größte Teil der Ober- und Unterseite des Rumpfes ist vielfach von kleinen, oft körnchenartig winzigen Platten bedeckt. Nur auf der Unterseite sind zwischen den Armbasen in Mundnähe größere Platten entwickelt — die sogenannten Mundplatten.

An skeletthaltigen Körperanhängen besitzen die Schlangensterne nur Stacheln, und zwar sowohl auf den Seitenplatten der Arme als auch auf der Oberseite des Rumpfes. Sie können dornenartig klein sein; oft sind sie aber auch zu Deckplättchen der Füßchenporen oder zu Haken umgestaltet. Auf den Unterseiten der Arme tritt aus jedem Armwirbel ein Paar schlauchförmiger Füßchen ohne Saugnäpfe aus. Die Füßchen dienen nicht zum Laufen; ihre Hauptaufgabe besteht im Nahrungsfang und Nahrungstransport.

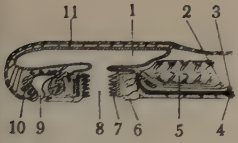
Das Wassergefäßsystem ist nach dem bei anderen Stachelhäutern üblichen Muster gebaut. Abweichend davon mündet der Steinkanal auf der Unterseite des Körpers — meist nur über wenige Poren — auf einem der Mundschilder aus. Bei den Medusensternen, zum Beispiel den Gorgonenhäuptern, sind mehrere — oft bis zu fünf — Steinkanäle entwickelt. Die Radialkanäle verlaufen in einer rinnenförmigen Vertiefung auf der Unterseite der Armwirbel. Bei der Mehrzahl der Schlangensterne wird diese Rinne durch die unteren Armplatten schützend überdacht. Nur bei den Medusensternen ist die Armfurche lediglich von Haut bedeckt. Die von den Radialkanälchen zu den Füßchen ziehenden Kanäle durchqueren Teile der Armwirbel, weiten sich aber niemals zu Ampullen wie bei den meisten anderen Stachelhäutern (Abb. S. 393 unten).

Am Eingang des sternförmigen Mundes stehen in der Mitte der Rumpfunterseite fünf zwischen den Armbasen vorspringende Kiefer, die mit stachelähnlichen Zähnen und Papillen besetzt sind (Abb. S. 394). Die Kiefer können durch kräftige Muskeln gegeneinander bewegt werden. Am Mundende der Arme sitzen auf jeder Kieferseite zwei Paar Mundfüßchen und helfen die Nahrungsteilchen in den Mund zu stopfen. Der Mund öffnet sich praktisch unmittelbar in den weiten, sackartigen Magen, der blind endet, da kein After vorhanden ist. Nur bei einer sehr urtümlichen Art, *Ophiocanops fugiens* (s. S. 393), erstrecken sich kleine Magenblindsäcke in die schmale, nach oben eingeeengte Leibeshöhle der Arme. Bei allen übrigen Schlangensternen ist der Magen auf den Rumpf beschränkt.

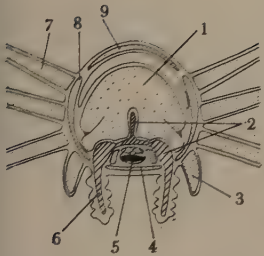
Das ektoneurale Nervensystem (s. S. 277) ist in einen Kanal versenkt, der von den unteren Armplatten bedeckt wird. Die Radialnervenstränge entsenden Zweige zu den Füßchen und Stacheln. Das ringförmige Zentrum umgibt den Mund; von ihm werden Mundfüßchen, Kiefer und Magen direkt versorgt. Die fünf radialen Äste des hyponeuralen Nervensystems (s. S. 277) sind paarig und in Nervenknotten gegliedert. Dieses System verläuft in der unteren Wand eines Armkanals der Leibeshöhle, der sich zwischen dem ektoneuralen System und dem Radialkanal des Wassergefäßsystems erstreckt. Das aborale Nervensystem (s. S. 278) an der Rumpfdacke ist nur schwach entwickelt; es versorgt die Geschlechtsorgane. Sinnesorgane fehlen den Schlangensternen. Bisher wurden



Stachelformen von Schlangensternen: a Hakenkränze der Medusenhäupter, b schirmförmige Stacheln von *Ophiobelus*, c Stachelfächer von *Ophiopteron*, d hakenförmiger und dornenbewehrter Stachel von *Ophiotrix*.



Schnitt durch Rumpf und Armanfang eines Schlangensterne: 1 Magensack, 2 Radialkanal des Wassergefäßsystems, 3 Kanal der dritten Leibeshöhle, darunter eine Blutbahn, 4 Nervenstränge des hyponeuralen Nervensystems, 5 Armwirbel, 6 Mundfüßchen, 7 Kiefer mit Zähnen, 8 Mundöffnung, 9 Burseneingang, 10 Keimstöcke, 11 Skelettplatte in der Körperwand (s. S. 392).



Querschnitt durch den Arm eines Schlangensterne: 1 Armwirbel, 2 Wassergefäßsystem, 3 Schuppe, die sich über die Pore des zurückgezogenen Fußchens legt, 4 Skelettplatte der Armunterseite, 5 ektoneurales Nervensystem, 6 Fußchen, 7 Armstacheln, 8 Armseitenplatten, 9 Skelettplatte der Armoberseite (s. S. 392).

Sinneszellen, die auf chemische, mechanische und optische Reize ansprechen, nur in den Füßchen gefunden.

Bei der Atmung spielen die Bursen eine wichtige Rolle. Jede Armbasis wird auf der Unterseite des Rumpfes von zwei engen Spalten flankiert, die in je eine taschenförmige Einstülpung der Körperwand führen. Diese Organe werden Bursen genannt; ihre Wände sind sehr dünn und mit Wimpern besetzt. Ständig strudeln die Wimpern frisches, sauerstoffreiches Wasser in die Bursen hinein und mit Kohlendioxyd beladenes Wasser wieder heraus. Über die Bursenwände erfolgt der Gasaustausch mit der Leibeshöhlenflüssigkeit. Der Wasserwechsel in den Bursen wird bei manchen Arten durch die Rumpfmuskulatur unterstützt: Die nach dem »Einatmen« aufgewölbte Rumpfdecke zieht sich beim »Ausatmen« stark zusammen und treibt das Wasser rasch und kraftvoll aus. Bei den Medusensternen verwachsen die Bursen unter der Rumpfdecke zum Teil auch in ganzer Höhe miteinander, so daß der Magen von Bursenhöhlräumen umhüllt wird.

Das Blutbahnsystem zeigt die bei Stachelhäutern übliche Anordnung. Doch das nährstoffsammelnde Gefäßnetz des Magens mündet nicht wie sonst in das Axialorgan, sondern über fünf Sammelkanäle in das Ringgefäß der Oberseite. Das Axialorgan stellt die Verbindung zum Verteilersystem auf der Unterseite her; dieses Verteilersystem besteht aus dem Mundgefäßring und den von ihm in die Arme ziehenden radialen Blutgefäßen.

Im allgemeinen sind die Schlangensterne getrenntgeschlechtlich. Lediglich etwa vierzig Arten, die außerdem alle Brutpflege treiben, entwickeln zwittrige Geschlechtsorgane. Männchen und Weibchen lassen sich äußerlich nur in seltenen Fällen unterscheiden. Die Keimstöcke sitzen je nach Art in unterschiedlicher Anzahl auf den Seitenwänden der Bursen. Bei einigen wenigen Schlangensternen erstrecken sich die Geschlechtsorgane bis in die Leibeshöhle der Arme; bei der Mehrzahl aber bleiben sie auf den Rumpf beschränkt. Die reifen Geschlechtszellen werden in die Bursen entleert und durch die Bursalspalten ausgestoßen.

Wie alle anderen Stachelhäuter sind auch die Schlangensterne Meerestiere. Nur einzelne begeben sich in weniger salzhaltiges Wasser, zum Beispiel der Helle Schlangensterne (*Ophiura albida*), der in der Ostsee bei zehn vom Tausend Salzgehalt lebt, oder *Ophiophragmus filigranus*, der in Florida noch Gebiete mit 7,7 v. T. Salzgehalt bevölkert.

Die Klasse der Schlangensterne wird in drei Ordnungen eingeteilt:

1. OEGOPHIURIDA: urtümlichste lebende Schlangensterne. Armfurche nur mit Haut bedeckt; untere und obere Armplatten fehlen. Paarige Reihen von Geschlechtsorganen in den Armen, in die auch Darmblindsäcke eindringen. Keine Bursen. Nur eine Familie, die der Ophiocanopidae, mit der einzigen lebenden Art *Ophiocanops fugiens* aus indonesischen Gewässern.

2. MEDUSENSTERNE (Phrynophiurida): Armfurche von unteren Armplatten bedeckt, obere fehlend oder stark rückgebildet. Geschlechtsorgane im Rumpf senden manchmal Ausläufer in die Armbasen; keine Darmblindsäcke in den Armen. Bursen vorhanden; Körper von weicher Haut bedeckt. Fünf Familien (s. Systematische Übersicht), von denen die der MEDUSENHÄUPTER (Gorgonocephalidae) durch sehr lange, meist verzweigte Arme gekennzeichnet ist. Ha-

kenstacheln umgeben gürtelförmig den ganzen Arm. Hierzu das GORGONENHAUPT (*Gorgonocephalus caput-medusae*, s. Abb. 3, S. 389); Rumpfdurchmesser bis 9 cm; rötlich, gelblich oder weiß, Nordatlantik in 150 bis 1200 Meter Tiefe.

3. OPHIURIDA: Arme vollständig mit oberen, unteren und seitlichen Platten bedeckt; Armwirbel mit Gelenken, die nur seitliche Bewegungen zulassen. Elf Familien, die die Mehrzahl der Schlangensterne enthalten (s. Systematische Übersicht). Folgende Familien seien hier erwähnt:

a) AMPHIURIDAE: Arme lang und dünn mit kurzen, abstehenden Stacheln; Kieferschneide mit paarigen Mundpapillen; leben häufig in Weichböden eingegraben; artenreiche Familie. Das Mittelmeer und den Atlantik bewohnen *Amphiura chiajei* (s. Abb. 1, S. 390), Rumpfdurchmesser bis 1 cm, Armlänge 8 cm, orangerot, in Tiefen von 10 bis 1200 Meter, und *Amphiura filiformis*, Rumpfdurchmesser bis 1 cm, Armlänge 10 cm, rötlich oder graubraun, in 5 bis 1200 Meter Tiefe. Fast weltweit verbreitet. *Amphipholis squamata* (s. S. 399), Rumpfdurchmesser 0,5 cm, Armlänge bis 2 cm, weißlich oder bläulichgrau, von 0 bis 740 Meter Tiefe.

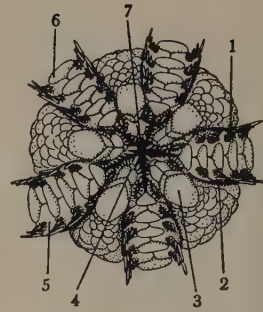
b) OPHIACTIDAE: den Amphiuriden sehr nahe stehend, artenarm. Hierzu *Ophiactis virens* (s. S. 407) und der GÄNSEBLÜMCHEN-SCHLANGENSTERN (*Ophiopholis aculeata*); Rumpfdurchmesser bis 2 cm, Armlänge 8 cm; rötlich mit häufig dunkler gebänderten Armen; Arktis und Nordatlantik in 0 bis 1900 Meter Tiefe.

c) OPHIOTRICHIDAE: Kieferschneide mit stachelförmigen Zahnpapillen besetzt; Kiefer ohne Mundpapillen; Arme meist mit langen Stacheln, sehr artenreich. Im Mittelmeer und Atlantik kommt der ZERBRECHLICHE SCHLANGENSTERN (*Ophiothrix fragilis*, Abb. 2, S. 390) oft massenhaft vor; Rumpfdurchmesser bis 2 cm, Armlänge bis 10 cm; Rumpfscheibe meist bunt gemustert, in allen Farben außer Blau, Arme hell und dunkel geringelt. Mit zunehmender Meerestiefe wird der Rumpf farbenfreudiger, die Stacheln werden länger und zerbrechlicher. In 0 bis 475 Meter Tiefe unter Steinen oder im Pflanzenwuchs, auf Hartböden oder schlammigem Grund. Das Mittelmeer in 40 bis 250 Meter Tiefe bewohnt *Ophiothrix quinquemaculata* (Abb. S. 403); Rumpfdurchmesser 1,5 cm, Arme 15 cm; grünlichgrau oder rosagrau mit purpurn gebänderten Armen.

d) OPHIOLEPIDIDAE: Rumpfoberseite mit deutlichen Platten; Arme mäßig lang mit kurzen, angelegten Stacheln; Kiefer mit unpaarer Zahnreihe und seitlichen Mundpapillen; sehr artenreich. Häufig ist im Mittelmeer und Atlantik der SCHUPPIGE SCHLANGENSTERN (*Ophiura texturata*, s. Abb. 3, S. 390); Rumpfdurchmesser 3,5 cm, Arme 12 cm; rötlich oder graubraun, unterseits gelblich; auf Korallen- und Schlammgrund, in 0 bis 300 Meter Tiefe. Der kleinere HELLE SCHLANGENSTERN (*Ophiura albida*, Abb. S. 404) ist rötlichbraun; im Mittelmeer, im Atlantik und in der westlichen Ostsee in 0 bis 850 Meter Tiefe verbreitet.

e) OPHIODERMATIDAE: Ober- und Unterseite des Rumpfes mit Körnchen bedeckt; Arme fast glatt, da Stacheln sehr kurz und eng anliegend. Im Mittelmeer und Atlantik lebt der BRAUNE SCHLANGENSTERN (*Ophioderma longicauda*, s. Abb. 1, S. 389); Rumpfdurchmesser 2,5 cm, Armlänge 15 cm; schwarzbraun; von 0 bis 70 Meter Tiefe; häufig.

f) OPHIICOMIDAE: Kieferschneide mit stachelförmigen Zahnpapillen, Kieferseiten von Mundpapillen gesäumt; Arme meist mit langen, kräftigen Stacheln.



Mundseite des Rumpfes von *Ophiura sarsi*: 1 Öffnung, durch welche die Füßchen hervorgestreckt werden, 2 Bursenspalt, 3 Mundschild, 4 Kiefer mit Zähnen, 5 Armseitenplatte, 6 Platte der Armunterseite, 7 Mundöffnung (s. S. 392).

Hierzu SCHWARZER SCHLANGENSTERN (*Ophiocomina nigra*); Rumpfdurchmesser 2,5 cm, Armlänge bis 12 cm; schwarz, braun, grau oder rötlich; Mittelmeer und Atlantik in 0 bis 400 Meter Tiefe. Vielseitig im Nahrungserwerb ist *Ophiocoma scolopendrina* (s. S. 397); schwarz, mit bis zu 14 cm langen Armen; häufig im Roten Meer und in den Küstenzonen des Indopazifik.

Im Vergleich zu allen anderen Stachelhäutern sind die Schlangensterne überaus rege und beweglich. Die wenigsten benutzen jedoch zur Fortbewegung in der Ebene ihre Füßchen, wie es die meisten übrigen Angehörigen dieses Tierstammes tun. Nur *Ophionereis reticulata* schreitet auf den steif ausgestreckten Füßchen einher. Auch *Ophiactis arenosa* kann seine Füßchen wirksam einsetzen, da sie Saugnapfe tragen.

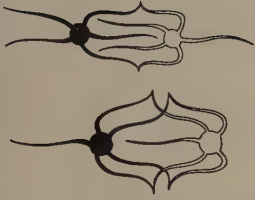
Bei allen anderen Schlangensteinen treiben kräftige Armbewegungen die Tiere voran. Außerordentlich viele Schlangensterne bewegen dabei die Arme ähnlich, wie es Schwimmsportler im Delphinstil tun. Die Tiere schleudern ein oder zwei Paar gegenüberliegende Arme mit Schwung nach vorn; die Armspitzen verankern sich im Untergrund, und die leicht angehobene Körperscheibe wird mit einem Ruck von den Armen nach vorn gestemmt. Durch Wiederholen dieses Vorgangs kommt der Schlangenstein rasch voran. Der Schuppige Schlangenstein (*Ophiura texturata*), der eine Armlänge von zehn Zentimeter hat, wuchtet auf diese Weise bei jedem »Schritt« die Körperscheibe um 5,5 Zentimeter vorwärts und legt in der Minute 1,8 Meter zurück. Wird nur ein Armpaar eingesetzt, so zeigt der dazwischenliegende Arm in die Bewegungsrichtung; sind dagegen zwei Armpaare tätig, so weist der fünfte Arm nach hinten. In beiden Fällen nimmt derjenige Arm, der in oder gegen die Fortbewegungsrichtung steht, nicht am Vorschub teil; er dient vielmehr als Fühler, der das Gelände abtastet.

Schlängeln

Viele Schlangensterne, besonders solche mit sehr langen Armen, können auch noch durch eine Art Schlängeln weiterkommen. Sie stemmen sich nicht vorwärts, sondern ziehen sich über den Grund. Hierzu strecken die Tiere einen Arm ganz weit aus, verankern die Armspitze am Untergrund und ziehen dann die Armmuskeln so zusammen, daß sich der Arm in eine Schlangenlinie legt; dadurch wird der Abstand von der Armspitze zur Körperscheibe kürzer und die Körperscheibe somit vorangezogen. Vor allem bei Angehörigen der Familie der Amphiuriden, die gewöhnlich im Boden eingegraben sind und bei ihrer halbseßhaften Lebensweise nur selten weite Strecken zurücklegen müssen, finden wir diese Methode der Fortbewegung. Auch andere Gattungen beherrschen sie, so zum Beispiel *Ophiothrix*, *Ophiocoma* und *Ophiomyxa*; sie können das »Schlängeln« neben der sprunghaften Armrudertechnik zum langsamen Kriechen einsetzen.

Klettern

Von einigen Arten ist bekannt, daß sie die glatten Glasscheiben eines Aquariums hochzuklettern vermögen. Ihre Füßchen sondern klebrigen Schleim ab, der es ihnen ermöglicht, an der Glaswand Fuß zu fassen. Andere dagegen benötigen zum Klettern eine raue Unterlage, die feine Risse aufweist; in diese Risse können sie die Füßchen einsetzen. Besonders gewandte Kletterer sind einige kleine Schlangensterne (*Nannophiura* und *Amphilycus*), die als harmlose Mieter im Stachelkleid mancher irregulärer Seeigel leben. Ihre äußerst beweglichen Armden tragen Hakenstacheln, so daß sie gut um die Stacheln



Schema der Fortbewegung eines Schlangenters.

der Seeigel geschlungen werden können. Die Tiere turnen zwischen den Stacheln umher und wenden dabei ihre Mundseite nach außen, um Nahrungsteilchen zu erhaschen, die vom Seeigel aus dem Boden befördert werden. Auch die Medusensterne (Ordnung Phrynophiurida, s. S. 393) klettern sehr geschickt, wenn sie auf Hohltierkolonien die Polypen abweiden. Für den nötigen Halt sorgen die zahlreichen, beweglichen Hakenstacheln; sie umgeben, in Kränzen angeordnet, die Arme. Das Vorwärtsziehen geschieht durch Krümmen des festgehakten oder festgeschlungenen Armes.

Bei zwei Schlangensterne, bei *Ophiacantha eurythra* und Jungtieren von *Amphiodia psara*, wurde beobachtet, daß sie kurze Strecken schwimmend zurücklegen. Dabei rudern die Tiere heftig mit zwei gegenüberliegenden Armpaaren, während der fünfte Arm unbeteiligt ausgestreckt wird.

Schwimmen

Manche Angehörigen der Ordnung Ophiurida, besonders die langarmigen Vertreter der Familie der Amphiuriden, graben sich in Sand und Schlick ein, zum Teil so tief, daß nur noch die Armspitzen aus dem Boden herausragen. Die Grabarbeit wird im wesentlichen von den Füßchen geleistet, die sich unaufhörlich von der Armmitte zur Seite bewegen und auf diese Weise Bodenmaterial unter den Armen und dem Rumpf wegschieben. Beim Tiefersinken des Tiers entsteht rund um den Rumpf und die Arme ein Hohlraumssystem, das die Gestalt des Schlangenters hat; seine Wände werden durch abgesonderten Schleim verfestigt, damit sie nicht bei jeder Bewegung des Bewohners gleich einstürzen.

Eingraben

Fällt ein Schlangestern auf die Rückenseite (also auf die Oberseite), so verhält er sich ähnlich, wie es ein Seestern in diesem Fall tut. Die fünf Arme stemmen den Rumpf empor; zwei benachbarte Arme werden zu einem stumpfen Winkel auseinandergespreizt und halten sich kräftig am Grund fest. Die anderen Arme schieben den Rumpf darüber, bis er im Purzelbaum auf die richtige Seite kippt. Der Umdrehvorgang kann bis zu drei Minuten dauern; die meisten Schlangensterne schaffen es aber innerhalb von fünfundvierzig Sekunden, manche sogar schon in zwei Sekunden.

Umdrehen

Die Schlangensterne haben vielfältige Methoden des Nahrungserwerbs entwickelt. Meist besitzt eine Art gleich mehrere Techniken, die sie je nach den herrschenden Umweltbedingungen einsetzt. Es können sowohl Nahrungsteilchen von der Oberfläche des Bodens und den obersten Bodenschichten als auch aus dem freien Wasser aufgenommen werden. Die Hauptaufgabe fällt dabei den mehr oder weniger weit ausstreckbaren klebrigen Füßchen, die zähen Schleim absondern, und den äußerst beweglichen Armenden zu.

Die weitverbreitete »Auftupftechnik« wird vor allem von Weidegängern angewandt. Sie besteht darin, daß der Schlangestern über den Untergrund wandert, mit den Füßchen hier und dort herumliegende Nahrungsteilchen aufspürt, anklebt und von Füßchen zu Füßchen in Richtung auf den Mund weiterreicht. Die so gewonnene Nahrung besteht aus Kieselalgen, Foraminiferen, Strahlentierchen und abgestorbenen Planktonlebewesen. Wahrscheinlich können alle Schlangensterne auf diese Weise Nahrung aufnehmen.

Auftupftechnik

Um größere Beutetiere (kleine Borstenwürmer, Schnecken und Muscheln, Stachelhäuter und Krebse) festzuhalten, schlingt der Schlangestern die biegsamen Armenden um die Beute und führt das Opfer durch spiralisches Einkrümmen

men des ganzen Armes zum Mund. Dieses Greifverfahren üben zahlreiche Weidegänger aus, zum Beispiel viele Vertreter der Familie der Ophiolepididen. Besonders einfach haben es diejenigen Arten, die Aufwuchs abweiden oder Aas verzehren. Sie setzen ihren Rumpf auf den nahrhaften Gegenstand und verspeisen ihn mit ihren Kiefern, ohne daß sich daran die Arme und Füßchen — mit Ausnahme der Mundfüßchen — wesentlich beteiligen. Diese Methode wenden viele Allesesser an, zum Teil auch die Medusenhäupter, wenn sie die Polypen verschiedener sesshafter Hohltiere abweiden.

Geschwebefang

Äußerst wandlungs- und anpassungsfähig sind die zahlreichen Techniken des Geschwebefangs (des Fangs von Kleintieren und Partikeln aus dem freien Wasser). Die primitivste Methode besteht darin, daß sich der Schlangensterne mit zwei Armen am Untergrund oder in der Wohnspalte verankert und dabei die übrigen Arme erhebt und ins freie Wasser hält. Die weit ausgestreckten, mit klebrigem Schleim bedeckten Füßchen wirken wie Leimruten; an ihnen bleibt allerlei Geschwebe hängen, das dann in der Füßchenreihe zum Mund weitergereicht wird. Auf dem Weg zum Mund erfolgt eine Auswahl nach genießbaren und unbrauchbaren Teilchen; das Unbrauchbare wird fallengelassen oder weggeschleudert. Dieser Nahrungsauswahl kommt bei den Schlangensternen eine besondere Bedeutung zu; sie besitzen ja keinen After und keinen durchgehenden Darmgang, daher können sie den zudem noch kurzen Darm nicht wahllos mit viel Unverdaulichem vollstopfen, wie das die See- walzen oder Seeeigel tun.

Viele Arten verbessern den Geschwebefang dadurch erheblich, daß sie sehr viel zähen Schleim absondern. Der Schleim wird zwischen den Randstacheln der Arme ausgespannt und hängt in Fetzen von den Armen herab; er vergrößert die Fangfläche wesentlich. Andere versuchen durch Hin- und Herschwingen der ausgestreckten Arme einen größeren Wasserraum abzufischen und dadurch den Fangertrag zu steigern. Eine bemerkenswerte Abwandlung des Geschwebefangs ist das bisher nur bei wenigen Arten beobachtete Abkehren des Wasserspiegels von unten. In Küstennähe bleiben in der Oberflächenhaut unter anderem Blütenstaub oder kleine Pflanzenteile hängen; und beim Auf- laufen der Flut hebt das heranströmende Wasser ausgetrocknete Nahrungs- teilchen, vorwiegend Kieselalgen, vom Boden ab, die dann eine Zeitlang am Oberflächenhäutchen haften. Wenn manche Schlangensterne gerade in einer günstigen Lage sind, aus der sie zwei oder drei Arme parallel zur Wasserober- fläche ausstrecken können, fangen sie dieses Geschwebe ein und nähren sich davon.

Bei *Ophiocoma scolopendrina* ist dieses Verhalten in freier Natur eingehend erforscht worden. Leben diese Schlangensterne in der Gezeitenzone, so ziehen sie sich während der Ebbe in ihr Versteck zurück. Bei auflaufender Flut kommen sie fast ganz daraus hervor und wenden zwei oder drei Arme mit ihrer Unter- seite dem Wasserspiegel zu. Dabei schwingen sie die Arme waagerecht so hin und her, daß der am Oberflächenhäutchen hängende »Staub« zwischen je zwei Arme zusammengeschoben und zur Körperscheibe hingebracht wird. Gleich- zeitig schöpfen die weit ausgestreckten Füßchen aus dem eingegengten Staubfilm ständig Teilchen in die Armrinne; dort werden sie zu einer Schleimwurst vereinigt und zum Mund geschafft. Nun gehört *Ophiocoma scolopendrina* zu

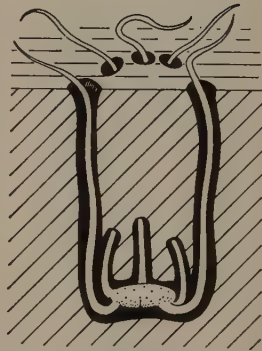
jenen Schlangensterne, die in den Techniken des Nahrungserwerbs sehr vielseitig sind — je nachdem, wie es die Umweltbedingungen gerade erfordern. In ruhigem Wasser tupfen die schleimbedeckten Füßchen Nahrung vom Boden auf; in bewegtem Wasser betreibt dieser Schlangensterne den Schleimnetzfang mit erhobenen Armen.

Nicht weniger anpassungsfähig ist der an unseren europäischen Küsten lebende Schwarze Schlangensterne (*Ophiocomina nigra*). Er weidet Algen und Aufwuchs jeglicher Art ab, geht auch an Aas, überwältigt aber außerdem kleinere Tiere mit der Armschlingentechnik, tupft Kleinlebewesen vom Boden auf, betreibt Schleimnetzfang und weidet bei Gelegenheit den Oberflächenfilm des Wassers ab. Auch der Zerbrechliche Schlangensterne (*Ophiothrix fragilis*) soll alle diese Methoden beherrschen.

Anders verhalten sich die ständig in Sand oder Schlick bis zu zehn Zentimeter tief eingegrabenen Amphiuriden. Sie strecken ihre langen Arme aus der Wohnhöhle zwei bis drei Zentimeter weit auf die Oberfläche des Bodens hinaus und tasten die Umgebung nach Nahrung ab; außerdem können sie die Arme aufrichten und auf diese Weise Geschwebe fangen. Die eingesammelten und aufgefangenen Teilchen werden in Schleimfäden verpackt und mit Hilfe von Füßchen und Wimperstraßen der Armunterseite zur Mundöffnung gebracht, die tief im Untergrund liegt. Dabei ließ sich beobachten, wie so ein Schlangensterne ungenießbare Stoffe auf einem anderen Arm wieder aus der Wohnhöhle herausbeförderte.

Die Medusenhäupter scheinen vorwiegend Plankton zu fangen. Zu diesem Zweck klettert *Asteronyx loveni* (s. Abb. 5, S. 390) an peitschenförmigen Seefedern oder an Hornkorallen empor, klammert sich mit zwei oder drei Armen fest und streckt die übrigen Arme ins freie Wasser hinaus. Die in der Antarktis lebende *Astrotoma agassizi* liegt auf der »Rückenseite« und schwingt die Arme durch das Wasser. Sehr verwickelte Fangapparate haben die Gorgonenhäupter (s. S. 394) mit ihren reichverzweigten Armen entwickelt. So kommt zum Beispiel eine *Astroboa* nachts aus ihrem Versteck hervor, nimmt im Korallenriff einen zum Planktonfang günstigen Platz ein, entfaltet ihre farnblattähnlich verzweigten Arme, richtet sie auf und hält sie in die Strömung. Man glaubt bei diesem Anblick zunächst einen undurchdringlichen Busch vor sich zu haben — so dicht erscheint das Fangnetz, das von den Armverzweigungen gebildet wird. Für Nachttaucher ist so eine fangbereite Kolonie von *Astroboa* immer wieder ein Erlebnis. Eine mittelgroße *Astroboa* errichtet einen Fangfächer von einem dreiviertel Quadratmeter (Abb. S. 406).

Gorgonenhäupter bedienen sich beim Planktonfang des Greifverfahrens. Die äußerst beweglichen peitschenartigen Endverzweigungen der Arme schlingen sich blitzschnell um anstoßende Planktontiere, meist um Hüpferlinge und andere kleine Krebse. Doch die umschlungene Beute tritt nicht sofort den Weg zum Mund an. Das Gorgonenhaupt muß hierzu nämlich den ganzen Arm einrollen und zum Mund führen. Würde das Tier diese Handlung bei jedem erbeuteten winzigen Planktonlebewesen vollziehen, so wäre der Aufwand zu groß; deshalb wartet das Gorgonenhaupt, bis genügend kleine oder einige größere Nahrungsbrocken eingefangen sind; erst dann rollt sich ein Arm nach dem anderen spiralig ein und schiebt sich an die Mundöffnung heran. Häufig ge-



Amphiura, im Boden eingegraben.

Leuchtende Schlangensterne

schiebt dies erst am frühen Morgen, also am Ende der nächtlichen Fangzeit, wenn möglichst viele Endverzweigungen der Arme Beute tragen. Am Mund streift dann der Kieferapparat die Nahrungsteilchen ab. Einige Gorgonenhäupter, zum Beispiel *Astrophyton*, nähren sich nicht allein vom Planktonfang, sondern weiden zum Teil auch den Boden ab.

Bis jetzt sind sieben Arten von Schlangensteinern bekannt, die Licht aussenden können, wenn sie mechanisch oder chemisch gereizt werden. Das Leuchten ist stets auf die Arme beschränkt. Es kommt als gelb-grünliches Glühen und Blinken aus Drüsenzellen des Bindegewebes der Unterhaut. Am längsten kennt man diese Erscheinung von dem weltweit verbreiteten *Amphipholis squamata*. Bei ihm leuchten nur die Stachelansätze, auch schon bei den Jungen, die sich noch in den Bursen der Brutpflegenden Mutter befinden, was ein sehr seltsames Leuchtbild ergibt. Der Fadenstern (*Amphiura filiformis*) kann dagegen die ganzen Seitenstacheln zum Leuchten bringen. *Ophiopsila annulosa* sendet sowohl von den Platten der Armunterseiten und Armseiten als auch von den Stacheln Licht aus. Man kann sich vorstellen, daß das bei zwölf Zentimeter langen Armen mit etwa zwanzigtausend Stacheln bereits einen recht hellen Schein ergibt. Unter allen Stachelhäutern sind nur die Schlangensterne zum Aussenden von Licht fähig.

Fortpflanzung

Die Laichzeit der meisten Schlangensterne liegt im Spätsommer und Frühherbst mit einem Höhepunkt im August. Natürlich gibt es auch Arten — vor allem in den Tropen —, die sich im Frühjahr und Sommer oder im Winter fortpflanzen; zu den letzteren gehört beispielsweise *Amphiura chiajei* aus dem nördlichen Atlantik. Gewöhnlich stoßen zunächst die Männchen die Samenzellen aus; dann geben die benachbarten Weibchen ihre Eier ab. Viele Arten können über einen Monat lang immer wieder Geschlechtszellen von sich geben, bis ihr Keimzellenvorrat völlig erschöpft ist. Da nicht alle Tiere einer Art gleichzeitig reif werden, gibt es bei nicht wenigen Arten sehr lange Laichperioden, häufig bis zu drei Monaten; beim Fadenstern zieht sich diese Zeit sogar bis zu sechs Monaten hin.



Amphiura filiformis in
Laichstellung.

Zur Abgabe der Geschlechtszellen stemmen viele Schlangensterne ihren Rumpf mit den Armen empor. Bei einigen kommt es zur Paarbildung, so bei dem antarktischen Gorgonenhaupt (*Astroclamys bruneus*) und dem neuseeländischen *Astrothorax waitei*; bei diesen Arten klammern sich auf der Oberseite der Weibchen Zwergmännchen fest, indem sie ihre Arme zwischen denen der Weibchen um deren Rumpfrand schlingen. Die Weibchen von *Ophiosphaera insignis*, *Ophiodaphne materna* und *Amphilycus androphorus* tragen ihre Zwergmännchen genauso angeklammert auf der Unterseite des Rumpfes; Männchen und Weibchen kehren einander dabei die Mundseite zu. Bei *Amphilycus* (Abb. 2, S. 389) scheint eine ununterbrochene Partnerbindung von Geburt an zu bestehen; in den anderen Fällen liegen genauere Kenntnisse über die Dauer der Paarbildung nicht vor.

Die meisten Schlangensterne erzeugen sehr kleine, dotterarme Eier von 0,1 bis 0,18 Millimeter Durchmesser, die ins freie Wasser ausgestoßen werden und sich schwimmend entwickeln. Eine Ausnahme davon machen die etwa sechzig Brutpflegenden und lebendgebärenden Arten, bei denen die Entwicklung der Eier in den Bursen oder in den Eierstöcken vor sich geht. Nur ein neusee-

ländischer Angehöriger der Ordnung Ophiurida legt zwanzig bis zweihundert Eier nebeneinander angeordnet unter Steine, in Spalten oder auf Algen ab.

Aus dem im Wasser schwebenden Ei entsteht eine bewimperte Blastula (Endstadium der Furchung in der Keimlingsentwicklung; s. Band I), die im Laufe von drei bis vier Wochen zum sogenannten Ophiopluteus (Abb. 3, S. 272) heranwächst. Diese für die Schlangensterne kennzeichnende SchwimmLARVE ähnelt der Pluteuslarve der Seeigel; sie hat meist vier Paar Arme, die von Skelettstäben gestützt und von Wimperbändern gesäumt werden. Das hinterste Armpaar ist oft ungewöhnlich lang, besonders bei den Ophiotrichiden.

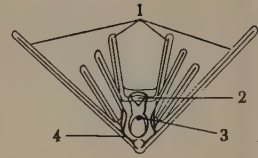
Die Ophiopluteuslarven schwimmen umher, nehmen mikroskopisch kleine Planktontiere auf und wachsen beträchtlich. Nach einem Planktonleben von zwei bis fünf Wochen beginnt die Metamorphose, die sich im Schwimmen vollzieht. Seitlich vom Larvenmagen erscheinen die ersten Skelettelemente des künftigen Schlangensterns; das Mundfeld vertieft sich zu einem schüsselartigen Vestibulum, das sich — im Gegensatz zu dem der Seewalzen und Seeigel — nicht zu einer Kammer schließt. Von der Anlage des Wassergefäßsystems, die in einem Ring um den Vorderdarm geschlungen ist, stoßen fünf fingerförmige Auswüchse gegen den Boden des Vestibulums vor und bilden mit dessen Gewebe zusammen die fünf allerersten Füßchen (Primärentakel). Hinter ihnen knospen aus ihren Zuleitungen — den Anfängen der Radialkanäle — die ersten Füßchenpaare. Die Larvenarme werden nach und nach abgebaut; bei manchen Arten kann dies sehr lange dauern. Dementsprechend treiben die Tiere lange im Plankton und werden dabei oft über weite Strecken verfrachtet. Arten der Gattungen *Amphiura* und *Ophiura* können die Entwicklung sogar zeitweise stoppen, wenn sie während ihres Schwimmstadiums keine günstigen Siedlungsgebiete erreichen.

Der Larvenkörper flacht sich nun ab; gegenüber dem Vestibulum entsteht die Oberseite des Jungsterns. Der Larvendarm schließt sich, ein neuer After bricht nicht mehr durch. Mit zunehmender Ausbildung des Skelettes wird der junge Schlangenstern schwerer; er sinkt zu Boden und marschiert dort auf seinen Füßchen umher, was er ja später als Erwachsener nicht mehr tut.

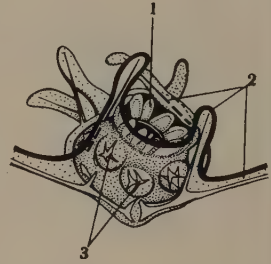
Neben der Ophiopluteuslarve gibt es noch eine andere Larvenform, die sogenannte Vitellaria. Es ist eine faß- oder tonnenförmige Larve, die bei einigen Arten gleichmäßig bewimpert ist, bei anderen hingegen vier bis fünf Wimperkränze trägt; nie bringt sie jedoch Larvenarme hervor. Sie geht aus den dotterreichen Eiern mit 0,1 bis 0,3 Millimeter Durchmesser hervor. Auf der Bauchseite des Hinterkörpers der Larve öffnet sich ohne Einsenkung eines Vestibulums der Mund; um ihn herum erscheinen fünf Paar Füßchen, und auf dem Larvenrücken entsteht eine Zentralplatte, die kranzförmig von fünf weiteren Skelettplatten umgeben ist. Etwa sechs Tage nach dem Verlassen des Eies sind die Kiefer und die ersten Stacheln ausgebildet, nach zwölf Tagen ist der junge Schlangenstern fertig (Abb. S. 401). Schließlich gibt es auch noch Arten, deren Eier eine sehr direkte Entwicklung durchmachen. Jedes ausgeprägte Larvenstadium wird dabei unterdrückt, und aus der Gastrula entsteht gleich ein fünf-eckiger, abgeflachter Embryo.

Ungefähr sechzig Arten von Schlangensternen betreiben Brutpflege. Es sind meist Zwitter, die vorwiegend in kälteren, polaren Meeresteilen leben. Die

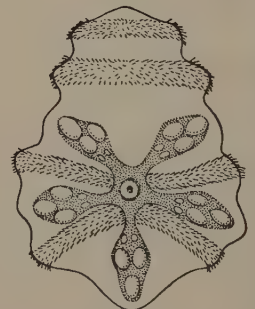
Entwicklung



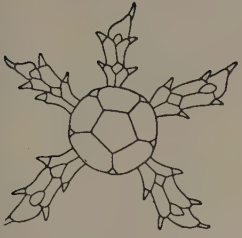
Schema der Ophiopluteuslarve: 1 Larvenarme, 2 Mund, 3 After, 4 Skelettstäbe zum Stützen der Arme.



Verwandlung (Metamorphose) eines Ophiopluteus von *Ophiotrix*: 1 Primärfüßchen im Vestibulum, 2 Larvenarme, 3 erste Skelettplatten des entstehenden Schlangensterns.



Tonnenlarve von *Ophioderma brevispina*.



Junger Schlangensterne
(s. S. 400).

Eier bleiben im Körper der Mutter, bis die jungen Schlangensterne vollständig entwickelt sind. Als Bruträume dienen in den allermeisten Fällen die Bursen, deren Innenwänden ja die Keimstöcke aufsitzen. Nur selten bilden sich in den Keimstöcken selbst Bruthöhlen aus. Jede der Bursen kann einen Embryo, aber auch bis zu zweihundert Embryonen beherbergen, eine Bruthöhle in den Eierstöcken meist nur einen, selten drei Jungsterne. Bei der Geburt — also wenn der Nachwuchs die Bursen oder die Bruthöhlen der Eierstöcke verläßt — sind die Jungen bereits sehr groß und haben zum Teil schon Armlängen bis zu zwei Zentimeter. Aus den Bursen kriechen sie mit Hilfe ihrer Arme. Wie diejenigen jungen Schlangensterne, die in den Eierstockhöhlen heranwachsen, aus ihnen herauskommen, ist nicht bekannt.

Manchmal werden die Keimlinge von der Mutter ernährt, so zum Beispiel bei *Amphipholis squamata*. Diese Art trägt in jeder Burse nur einen einzigen Embryo; er ist durch einen Stiel, der lediglich als Halter dient, mit der Bursenwand verwachsen. Vermutlich werden die Nährstoffe aus einem dichten Blutgefäßnetz der Bursenwand abgegeben, die den Keimling eng umgibt. Bei *Ophiotus hexactis*, dessen Junge in den Keimstöcken heranwachsen, schmiegen sich die Bruthöhlen an die Magenwand und beziehen möglicherweise direkt von ihr Nährstoffe. Häufig zerfallen auch die nicht zur Reife gelangten Eier und liefern so Nahrung für die Embryonen. Mitunter mag es sogar vorkommen, daß die älteren Jungtiere kleinere Geschwister aus derselben Burse, die noch im Embryonalzustand sind, verzehren; dies hat man bei *Ophiomitrella falklandica* beobachtet.

Das Wachstum hängt auch bei den Schlangenternen vom Nahrungsangebot und der Temperatur ab. *Ophiopholis aculeata* erreicht in zwei Jahren einen Rumpfdurchmesser von fünf bis sieben Millimeter; *Ophiura texturata* bringt es in drei Jahren auf sieben bis elf Millimeter. Die allermeisten Schlangensterne dürften im zweiten oder dritten Lebensjahr geschlechtsreif werden. Ihre Maximalgröße von dreißig bis fünfunddreißig Millimeter Rumpfdurchmesser erreicht *Ophiura texturata* vermutlich in fünf bis sechs Jahren. *Amphiura chiajei* benötigt für einen Durchmesser von siebeneinhalb Millimeter zehn bis fünfzehn Jahre, was schätzungsweise ihrer Lebensdauer entspricht. Junge Gorgonenhäupter beginnen ihre Armspitzen bereits zu gabeln, wenn sie erst einen Rumpfdurchmesser von einem Millimeter haben; und mit fünf Millimeter Durchmesser hat sich jeder der Zweige schon wieder geteilt. Manche Forscher nehmen an, daß die großen Gorgonenhäupter zwanzig bis dreißig Jahre alt werden.

Schmarotzer

Verglichen mit anderen Gruppen der Stachelhäuter, werden die Schlangensterne eigentlich wenig von Schmarotzern und »Mitessern« geplagt. Dies mag zum Teil an ihrer Lebhaftigkeit liegen, die es den »Einmietern« nicht so leicht macht, auf dem Wirt zu landen und sich dort auch zu halten. Eine einzellige Alge und ein Schwamm nisten sich bei vielen Schlangenternen im Maschenwerk der Skelettplatten ein und lösen die Kalkplatten auf; bei starkem Befall kann es zum Tode des Schlangenternes führen.

Im Nordatlantik dient der Schlangensterne *Ophiura albida* dem Saugwurm *Fellodistomum fellis* als Zwischenwirt; seine Larven verkapseln sich in der äußeren Magenwand dieser Art. Der erwachsene Saugwurm dagegen schmarotzt

in der Gallenblase eines Fisches, des Seewolfs (*Anarhichas lupus*), zu dessen Beutetieren viele Stachelhäuter gehören. Am meisten werden die Schlangensterne von schmarotzenden Hüpferlingen (Copepoden) heimgesucht. Sie lassen sich entweder als Außenschmarotzer auf der Oberfläche des Körpers nieder oder als Innenschmarotzer vorwiegend in den Bursen. Die Hauptfeinde der Schlangensterne scheinen Platt- und Schellfische, aber auch verschiedene Seesterne zu sein.

Als Abwehreinrichtungen haben die Schlangensterne nur ihre Stacheln; bei vielen sind sie zudem recht kümmerlich oder fehlen überhaupt. Außerdem schützt sie der Panzer der Skelettplatten. Immerhin können sie im Gegensatz zu den anderen Stachelhäutern infolge ihrer großen Beweglichkeit einem langsameren Angreifer entfliehen. Einen gewissen Schutz gewährt den Schlangensteinen sicherlich auch die bei ihnen gewöhnlich gut ausgeprägte Fähigkeit zur Selbstverstümmelung. Sie hat ihnen im englischen Sprachgebrauch die Bezeichnung »brittle stars« (zerbrechliche Sterne) eingebracht. Die Selbstverstümmelung erfolgt bei Verletzungen, unter ungünstigen Lebensbedingungen und auch dann, wenn das Tier festgehalten wird; bei einigen Arten, wie *Ophiopsila aranea* und *Ophiothrix fragilis*, genügt dazu sogar schon die Berührung. Meist wirft so ein Schlangenstein Teile der Arme oder gleich ganze Arme ab. Die Abtrennung findet stets zwischen zwei Armwirbeln statt und kann an jeder beliebigen Stelle vor sich gehen. Manche Angehörige der Familien der Amphiuriden, Ophiacanthiden und Ophiocomiden können auch die ganze obere Hälfte des Rumpfes samt Magen, Bursen und Geschlechtsorganen abstoßen, so daß nur noch die Arme und das Kiefergerüst übrigbleiben.

Ein Schlangenstein neigt nicht nur leicht zur Selbstverstümmelung; auch die Erneuerungsfähigkeit (Regenerationsfähigkeit) ist entsprechend gut entwickelt und allgemein verbreitet. Sogar in denjenigen Fällen, in denen die obere Körperscheibe verlorengeht, kommt es zu einer vollständigen Neubildung der fehlenden Teile. Nur wenn alle Arme bis zu ihrem Ansatz am Rumpf abhanden gekommen sind, setzt keine Neubildung mehr ein, und das Tier stirbt.

Zunächst wird die bei der Selbstverstümmelung entstandene Wunde von Wanderzellen und Leibeshöhlenflüssigkeit in einem Vorgang, der der Blutgerinnung ähnlich ist, verschlossen. Die Neubildung beginnt mit einer Hautknospe am Armstumpf; in sie wachsen dann der Radiärnerv und das Wassergefäßsystem ein, und es bilden sich nach und nach neue Armwirbel. Manche Arten vollziehen die Neubildung um so schneller, je mehr Armspitzen fehlen. Die ersetzten Teile sind lange an ihrer Schmächtigkeit zu erkennen.

Die ausgezeichnete Neubildungsfähigkeit ermöglicht es einigen Schlangensteinen, sich durch Querteilung des Rumpfes und Neubildung des jeweils fehlenden Teiles zu vermehren. Überwiegend sind dies kleine Arten aus der Familie der Ophiactiden mit sechs bis sieben Armen und einem Scheibendurchmesser von höchstens drei Millimeter. Die Spaltung erfolgt meist so, daß jedes Teilstück die gleiche Anzahl von Armen bekommt und die Kiefer erhalten bleiben. Die neuentstandenen Tiere sehen natürlich lange Zeit recht unsymmetrisch aus.

Die meisten Schlangensterne kommen in den Küstenzonen vor. Sie führen in der Regel eine versteckte Lebensweise. Man sieht sie selten frei umher-

▷
Ophiothrix quinquemaculata (s. S. 394, vgl. Abb. 2, S. 390 u. 405) auf einer Roten Seescheide (*Halicynthia papillosa*, Abb. 2, S. 428)

▷▷
Der Helle Schlangenstein (*Ophiura albida*, s. S. 394, vgl. Abb. 3, S. 390) ist im Mittelmeer, Ostatlantik, in der Nordsee und westlichen Ostsee verbreitet









laufen, weshalb ihr oft massenhaftes Vorhandensein nicht weiter auffällt. Als äußerst lichtscheue Tiere werden sie vorwiegend nachts rege; tagsüber verbergen sie sich unter Steinen, in Spalten, Höhlen und Winkeln, in leeren Schnecken- und Muschelschalen, in Seegras, zwischen Korallen, in Hohlräumen von Schwämmen oder eingegraben in Sand und Schlick. Ihr stark ausgeprägtes Bestreben, einen möglichst großen Teil des Körpers eng mit den Flächen anderer Gegenstände in Berührung zu bringen (Thigmotaxis), wird offenbar, wenn man einen Schlangensterne bloßlegt und er sich eilig in eine nahe gelegene Nische zu drücken versucht. Demnach ist es auch nicht verwunderlich, wenn man Schlangensterne oft in kleinsten und engsten Schlupfwinkeln aufspürt.

Es gibt Formen, die sich vorzugsweise auf Hartböden aufhalten, zum Beispiel den Zerbrechlichen Schlangensterne und den Gänseblümchen-Schlangensterne. Auch viele Gorgonenhäupter gehören zu ihnen; sie leben auf felsigem, von der Strömung völlig kahl gefegtem Grund und fischen im Strom nach Plankton. Überhaupt sind Strömungen, die Nahrungsteilchen führen, für viele geschwebefangende Schlangensterne eine wichtige Voraussetzung ihres Wohngebiets. Verschiedene Arten der Ophiuriden siedeln dagegen sowohl auf Hartböden als auch auf Weichböden.

Ausgesprochene Sand- und Schlickbewohner finden wir unter den Amphiuriden, von denen sich sehr viele bis zu den Armspitzen eingraben. Einige haben eine enge Bindung an andere Tiere; sie sind nur in Schwämmen anzutreffen oder klammern sich an Weich- und Hornkorallen, sitzen auf Seefedern, Wurzelmundquallen und Haarsternen oder hausen im Stachelwald von Sanddollars. Junge Schlangensterne dringen nicht selten in die Bursen erwachsener Schlangensterne ein.

In Gebieten, die für den Nahrungserwerb günstig sind, drängen sich häufig ungeheure Mengen von Schlangenternen zusammen. Solche Massensammlungen bleiben oft jahrelang bestehen. Angehörige der Amphiuriden sitzen manchmal so eng nebeneinander, daß ein dichtes Gewirr von sich überkreuzenden Armen über den Boden gebreitet ist; unter Umständen kommen dreihundert bis fünfhundert Fadensterne (*Amphiura filiformis*) auf den Quadratmeter. In einem handgroßen Schwamm wohnten 75 *Ophiactis savignyi*; und von *Ophiura texturata* zählte man 710 Tiere je Quadratmeter. Der Zerbrechliche Schlangensterne (*Ophiothrix fragilis*) sammelt sich, wie bekannt wurde, zu etwa 340 Tieren auf einer quadratmetergroßen Fläche an; die Tiere liegen dabei in mehreren Schichten übereinander oder bedecken in einer Bevölkerungsdichte von hundert auf den Quadratmeter unüberschaubare Flächen, die eine Größe von 15 bis 30 Quadratkilometer erreichen. In einer Höhle im Mittelmeer fand man einmal hunderttausend Einzeltiere der kleinen *Ophiactis virens* auf einem Quadratmeter versammelt; und aufgrund fotografischer Unterwasseraufnahmen wird für manche Gebiete der Antarktis eine Siedlungsdichte von zehn Millionen Schlangenternen je Quadratkilometer geschätzt.

Im Kampf ums Dasein sind die Schlangensterne unter allen Stachelhäutern die erfolgreichste Gruppe, sowohl was die Anzahl der Arten betrifft als auch im Hinblick auf die mengenmäßige Besiedlung der Weltmeere. Einige Arten haben eine ungewöhnlich weite Verbreitung erlangt. So ist zum Beispiel

◁
Medusensterne (*Astroboa nuda*, s. S. 398) in Fangstellung

◁◁
Der Zerbrechliche Schlangensterne (*Ophiothrix fragilis*, s. S. 394, Abb. 2, S. 390, vgl. Abb. S. 403)

Amphipholis squamata in allen Meeren einschließlich der subarktischen und subantarktischen Bereiche zu Hause. Auch *Ophiactis savignyi* ist weltweit verbreitet, bleibt dabei aber auf den Tropengürtel beschränkt.

Wie die anderen Stachelhäutergruppen, so haben auch die Schlangensterne ein Zentrum der Artendichte im indonesisch-philippinischen Raum. Von dort aus nimmt die Anzahl der Arten nach Westen zur ostafrikanischen Küste und zum Roten Meer hin ab, ebenso nach Osten bis Hawaii und nach Norden gegen Japan. Der Sprung über die Wasserwüste des östlichen Stillen Ozeans bis an die Küste Amerikas ist mindestens sieben Arten von Schlangensternen geglückt. Sie bevölkern — zusammen mit eigenständigen westamerikanischen Formen — die Küsten von Panama, Mexiko, Peru und Chile. Sehr eigenständige Schlangensterneformen finden wir ferner an den Küsten Australiens, Neuseelands, Japans und Südafrikas.

Verbreitung

Im tropischen Atlantik haben die westindische und die artenarme westafrikanische Region einige gemeinsame Arten. Eine reiche eigenständige Zahl von Schlangensternearten besitzt das große westindische Gebiet, das im Süden von Brasilien und im Norden von Carolina begrenzt wird.

In den gemäßigten Breiten überschneiden sich tropische Arten, die in kältere Gewässer eindringen, mit Arten, die aus subpolaren Gebieten gegen die Subtropen vorstoßen. Der weitläufige Küstenbereich Europas ist durch Schlangensterne gekennzeichnet, die zum Teil aus arktischen Gebieten stammen und längs der Küste Norwegens nach Süden eingewandert sind, zum anderen Teil aber aus Arten, die den Nordatlantik bewohnen und die von Norwegen bis zu den Kanarischen oder Kapverdischen Inseln und Azoren siedeln. Sie treten auch im Mittelmeer auf. Das Mittelmeer hat aber außerdem eigene Arten hervorgebracht, von denen allerdings viele auch jenseits der Straße von Gibraltar an den Küsten Marokkos und Portugals anzutreffen sind.

Die beiden Polargebiete haben — mit Ausnahme der weltweit verbreiteten Art *Amphipholis squamata* — keine weiteren Arten gemeinsam. Wie die anderen Gruppen der Stachelhäuter, so sind auch die Schlangensterne in der Antarktis wesentlich reicher entfaltet als in der Arktis. Auffallend ist auch bei den Schlangensternen das Vorherrschen Brutpflegender Arten in der Antarktis und Subantarktis.

Die gleichförmigen Lebensbedingungen der Tiefsee haben sicherlich dazu beigetragen, daß viele ihrer Bewohner fast weltweit verbreitet sind. Das ist auch bei den Schlangensternen der Fall. Als häufigste Art mit dem größten Verbreitungsgebiet gilt hier *Ophiomusium lymani*, die in Tiefen von siebenhundert bis viertausend Meter lebt. Unterhalb von viertausend Meter Tiefe findet man noch elf Arten; sie gehören vorwiegend zu den Gattungen *Ophiura*, *Amphiophiura* und *Ophiacantha*, die zum Teil bis in eine Tiefe von 6800 Meter hinabgehen.

Tiefenverbreitung

Sechzehntes Kapitel

Kragentiere und Armträger

Stamm

Tiere mit fünfteiliger
Leibeshöhle
von L. v. Salvini-Plawen

Noch vor wenigen Jahrzehnten hätten wir in einem Werk über das Leben der Tiere vergeblich nach den in diesem Kapitel behandelten Tiergruppen gesucht — vielleicht mit Ausnahme der Eichelwürmer (s. S. 412), einer »vereinzelte stehenden Gruppe«, wie es im »Großen Brehm« heißt, die aber schon vor fünfzig Jahren von einigen Forschern in die Nähe der Stachelhäuter (s. S. 274), von anderen in die Verwandtschaft der Chordatiere (Chordata; s. S. 431) gestellt wurde. Auch heute wissen selbst tierkundlich interessierte Kreise nur wenig über diese Bewohner von Meeresböden. Die Eichelwürmer (s. S. 412) leben dort halb-seßhaft in Grabengängen, die Flügelkiemer (s. S. 418) bilden in größeren Tiefen meist Kolonien, und die Bartwürmer (s. S. 422) wohnen in fadenförmigen Röhren.

Ein um so größeres Interesse aber bringt die Fachwelt diesen drei Tierklassen entgegen; ihre Verwandtschaftsbeziehungen zu anderen Tierstämmen stehen dabei im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Gespräche. Durch Vorgänge in der Larvenentwicklung und zudem durch den teilweisen Besitz von Leibeshöhlenöffnungen nach außen (Coelomoporen) scheinen sich Eichelwürmer, Flügelkiemer und Bartwürmer den Stachelhäutern anzuschließen, mit denen sie auch oft zu einem Stamm der »Coelomopora« vereinigt werden. Andererseits nähern sich die heute zum Unterstamm der Kragentiere (s. S. 412) vereinigten Eichelwürmer und Flügelkiemer durch besondere Merkmale sehr den Chordatiern, man betrachtet sie deshalb meist als einen Seitenzweig gemeinsamer Vorfahren oder neuerdings — wie Gutmann es ausführt — auch als rückgebildete Chordatiere. Unsicherheit herrscht noch hinsichtlich der Beurteilung der Bartwürmer, aber wie auf S. 422 dargelegt ist, fügen auch sie sich gut in die Verwandtschaft der Kragentiere ein.

Die gemeinsamen Besonderheiten im Körperbau lassen jedoch zu, daß man die drei Tiergruppen zu einem Stamm der TIERE MIT FÜNFTETILIGER LEIBESHÖHLE oder PENTACOELEN (Pentacoela) zusammenfaßt. Zwei Unterstämme: 1. Kragentiere (Branchiotremata oder Hemichordata) mit den zwei Klassen der Eichelwürmer (s. S. 412) und der Flügelkiemer (s. S. 418). 2. Armträger (Brachiata) mit der einzigen Klasse der Bartwürmer (s. S. 422). Insgesamt etwa zweihundert Arten.

Zoologische
Stichworte

Die Pentacoelen sind dreigliedrige Neumundtiere mit fünfteiliger sekundärer Leibeshöhle, KL 1,5 mm—2,5 m; Gestalt gestreckt wurm- bis fadenförmig oder — bei Koloniebildnern — moostier- bis korallenähnlich. Körper

gebietsweise oder ganz bewimpert, vielfach mit besonders hochzelliger und drüsenreicher Deckschicht (Epithel), an deren Grund sich das in der bauchseitigen (bei Kragentieren auch in der rückseitigen) Mittellinie zu Strängen verdichtete Nervenetz ausdehnt. Äußere dreiteilige Gliederung in Vorder-, Mittel- und Hinterkörper (Prosoma, Mesosoma und Metasoma) entspricht dem inneren Aufbau durch die Leibeshöhlenabschnitte (vorderer unpaar, mittlerer und hinterer jedoch paarig ausgebildet). Kurze Gänge oder Pforten auf der Rückenseite verbinden den ersten und die beiden mittleren Hohlräume mit der Außenwelt. Hauptgefäß des Kreislaufsystems gleichfalls auf der Rückenseite, geht vorn in ein muskulöses Herz über, das meist durch eine flüssigkeitserfüllte Herzblase gestützt wird. Leibeshohlräume meist durch Körpermuskulatur stark eingeengt. Ernährungsapparat verschieden (s. die einzelnen Gruppen). Meist getrenntgeschlechtlich; Tiere entwickeln sich ohne direkte Begattung vorwiegend zu Schwimmlarven mit drei Wimperschnüren.

Die Besonderheiten dieses Tierstammes fußen auf der entlang der Körperhauptachse dreiteiligen Gliederung des Körpers und auf der Ausbildung einer fünfteiligen Leibeshöhle; Rupert Riedl verlieh ihnen aufgrund des letzteren Merkmals den Namen Pentacoela (»Tiere mit fünfteiliger Leibeshöhle«). Der vorderste Abschnitt (Prosoma oder Protosoma) enthält nur einen unpaaren Raum; er wird je nach der betreffenden Gruppe als »Eichel«, »Kopfschild« oder »Tentakelabschnitt« bezeichnet. Der mittlere Abschnitt heißt bei den Kragentieren »Kragen« oder »Hals«; bei den Armträgern ist er in eine keimdrüsenfreie und eine keimdrüsentragende Zone unterteilt. Der hintere Abschnitt stellt bei den Kragentieren den Rumpf, bei den Armträgern hingegen den sogenannten »Anker« dar.

Fünfteilige Leibeshöhle

Im Gegensatz zu den ähnlich aufgebauten Kranzfühlern (s. S. 226) sind die Pentacoelen nicht nur Neumundtiere (s. S. 270); wir finden bei ihnen neben der deutlichen und unpaaren Raumbildung im ersten Körperabschnitt (unpaares Protoceol) auch eine Ausbildung der Körpermuskulatur von den Wandungen der Leibeshöhle nach innen zu, so daß die Räume zum großen Teil eingeengt oder vielfach sogar kaum mehr ausnehmbar sind. Bei den Angehörigen aller drei Klassen dienen die schon erwähnten rückseitigen Öffnungen nach außen (Coelomoporen) im vorderen Abschnitt meist als kurze Ausscheidungsgänge und im Mittelabschnitt vielfach als Geschlechtsöffnungen; im Endabschnitt dagegen fehlen sie. Die paarweise Anlage der Hohlräume im mittleren und hinteren Körperabschnitt läßt zwischen den Trennwänden oberhalb des Darmes den nötigen Raum frei für die Gefäße des Kreislaufsystems. Der in der oberen Scheidewand verlaufende Hauptstamm bildet vorn im ersten Abschnitt das bereits genannte Herz; verschiedene Ringgefäße, welche die beiden Längsstämme untereinander (sowie bei Flügelkiemern und Bartwürmern auch die Tentakelgefäße) verbinden, vervollständigen den Kreislauf. Die Strömungsrichtung der Blutflüssigkeit führt einheitlich im oberen Gefäß nach vorn zum Herzen und im unteren zurück.

Unmittelbar unter der vielfach sehr drüsenreichen und hochzelligen Deckschicht spannt sich das Nervenetz aus; es ist bei den Kragentieren sowohl in der unteren als auch in der oberen Mittellinie zu einem unpaaren Hauptstrang verdichtet, bringt bei den Armträgern dagegen nur in der bauchseiti-

Nervensystem

gen Mittellinie einen — örtlich geteilten — Hauptstamm zur Ausbildung. Darüber hinaus treten bei den einzelnen Gruppen noch weitere örtliche Verdichtungen des Nervennetzes auf.

Der Verdauungsapparat ist im Gegensatz zum Kreislauf und zum Nervenetz verschieden ausgebildet; bei den Bartwürmern zeigt sich eine Rückbildung der gesamten Darmanlage. Alle Pentacoelen filtern jedoch Kleinstlebewesen oder Sinkstoffe, indem sie das Gewebe oder die Ablagerungen durch Wimperschlag zu sich heranströmen und anschließend aussieben.

Die paarigen Keimdrüsen der meist getrenntgeschlechtlichen Tiere münden stets auf der Rückenseite aus; besondere Hilfswerkzeuge zu den Geschlechtsorganen sind nicht entwickelt, so daß auch keine direkte Paarung stattfindet. Eine große Übereinstimmung zwischen Eichelwürmern, Flügelkiemern und Bartwürmern zeigt sich in der Larvenentwicklung: Die vorwiegend freischwimmenden, durch drei Wimperschnüre gekennzeichneten Larven (Tornarialarven) bilden die fünfteilige Leibeshöhle sehr einheitlich durch bestimmte Entwicklungsvorgänge aus der Darmanlage. In dieser Hinsicht lassen sich die Pentacoelen sowohl mit den Stachelhäutern als auch mit Kranzfühler- und Pfeilwürmern (s. S. 266) vergleichen.

Larvenentwicklung

Vermutlich gehören neben den Eichelwürmern, Flügelkiemern und den etwas abseits stehenden Bartwürmern auch noch einige ausgestorbene Tiergruppen zu diesem Stamm. So lassen sich die GRAPTOLITHEN (Klasse Graptolithida) aus dem Silur (vor etwa 400 Millionen Jahren), deren zarte versteinerte »Polypenstöcke« auf den dunklen Schiefen häufig schriftähnlich oder sägeblattartig erscheinen, vielleicht an die Flügelkiemer anschließen. Vergleiche röhrenförmiger Versteinerungen (*Hyolithellus* aus dem Kambrium von Bornholm und *Adekunbiella durhami* aus dem Unteren Oligozän von Oregon) mit Bartwurmröhren führten zu dem Schluß, daß diese Fossilien zu den Bartwürmern zu stellen seien.

Neben diesen ausgestorbenen Formen kennen wir aber auch einige heute noch lebende und trotz ihrer Unscheinbarkeit recht merkwürdig anmutende Tiere, die möglicherweise diesem so wenig bekannten und doch für die Geschichte der Neumünder und in der weiteren Folge der Chordatiere und der Wirbeltiere so bedeutungsvollen Tierstamm angehören. In den Tiefen der Biskaya entdeckte man eine glasige, stachelbeergröße Larve namens *Planctosphaera pelagica*, die auf eine Larve mit drei Wimperschnüren (Tornarialarve) zurückgeht, aber von weit komplizierterem Bau ist. Dieses bisher nur in wenigen Stücken gefangene Tier unterscheidet sich aber so sehr von den bekannten Pentacoelenlarven, daß wir es als Stufe einer uns noch verborgenen Pentacoelenentwicklung betrachten müssen; es wird daher auch vielfach als Vertreter einer eigenen Klasse (Planctosphaerida) aufgefaßt.

Aus den Schlammgründen des Skagerrak und der Nordsee schließlich entstammt ein merkwürdiges gedrungenes, wurmförmiges Tier (*Xenoturbella bocki*; GL etwa 3 cm); einige seiner Merkmale, besonders die hochzellige drüsenreiche Deckschicht, sprechen sehr für eine weitere Verwandtschaft besonders mit den Kragentieren. Nach Reisinger könnte *Xenoturbella* vielleicht eine altertümliche, durch vorzeitige Geschlechtsreife ausgezeichnete Larvenform aus dieser Verwandtschaftsgruppe darstellen.

Die KRAGENTIERE (Unterstamm Branchiotremata) stehen durch einige Merkmale den Chordatieren (Chordata; s. S. 431) so weit nahe, daß man sie auch als Halbchordaten (Hemichordata) bezeichnet hat — eine Benennung, von der man heute jedoch, als einer zu weit gehenden Irreführung, wieder Abstand nimmt. Erste beide Körperabschnitte nur von geringer Ausdehnung; Endabschnitt stellt den Rumpf dar. Darm gut ausgebildet mit Blindsack vor dem Schlund. Deckschicht drüsenreich, ohne Überzugshäutchen (Kutikula), kann bei koloniebildenden Formen Stoffe zum Röhrenbau abscheiden. Zwei Klassen: 1. Eichelwürmer (Enteropneusta; s. unten), 2. Flügelkiemer (Pterobranchia; s. S. 418). Insgesamt annähernd hundert Arten.

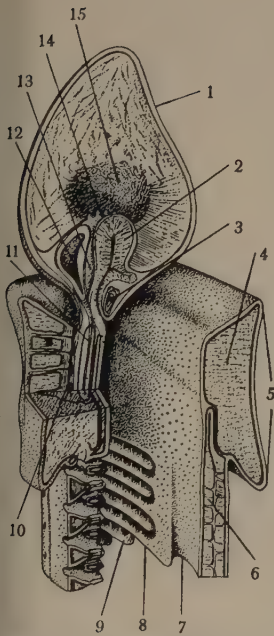
Unterstamm
Kragentiere
von E. Wawra

Obwohl Eichelwürmer und Flügelkiemer sehr verschieden aussehen, weisen sie viele Gemeinsamkeiten auf, so daß man sie schon früh zu einer Übergruppe zusammengefaßt hat. Ihr Körper ist in zwei kurze vordere und einen langen hinteren Abschnitt gegliedert. Dem als »Eichel« oder als »Kopfschild« ausgebildeten Vorderende (Prosoma) folgt der auffällige, als »Kragen« bezeichnete Mittelabschnitt; er bildet bei den grabenden Eichelwürmern einen breiten Wulst, während ihm bei den Flügelkiemern die Tentakelarme entspringen. Der Endabschnitt oder Rumpf (Metasoma) nimmt sowohl die Verdauungsorgane als auch die Keimdrüsen auf; er ist daher verschiedentlich stark in der Form abgewandelt.

Den Chordatieren — also dem Tierstamm, der auch die Wirbeltiere und damit den Menschen hervorgebracht hat — nähern sich die Kragentiere durch die Ausbildung eines nicht nur in der unteren, sondern auch in der oberen Mittellinie des Körpers längsverlaufenden Nervenstranges; sie haben also schon eine Art Rückenmark. Zudem besitzen sie einen vor dem Schlund gelegenen Darmblindsack, der einer Gaumeneinbuchtung des Wirbeltierkeimlings oder aber der Zirkeldrüsenanlage der Wirbeltiere entsprechen soll. Die kennzeichnenden Kiemenspalten der Eichelwürmer, die in Resten auch bei Flügelkiemern vorhanden sind, geben uns besonders Anlaß, die Kragentiere eng mit den Chordatieren zu verbinden.

Die EICHELWÜRMER (Klasse Enteropneusta) sind einzeln lebende, wurmförmige, ganz bewimperte Kragentiere mit zahlreichen Kiemenspalten, einem geraden Verdauungsgang und endständigem After. KL 3–250 cm. Vorderkörper, auch Eichel genannt, meist kurz und eichelförmig, stellt ein muskulöses Graborgan dar, dessen Form sich je nach dem Ausmaß der Zusammenziehung verändern kann; ist stielartig mit dem ebenfalls kurzen, muskulösen Mittelkörper oder Kragen verbunden. Rumpfabschnitt (Hinterkörper) lang, wurmförmig, dem Kragen breit angesetzt, innen in Kiemen-, Geschlechts-, Leber- und Hinterleibsregion gegliedert (auch äußerlich deutlich erkennbar). Kiemengegend durch runde oder spaltförmige Kiemenporen gekennzeichnet, die auf der Rückenseite paarig angeordnet sind. Geschlechtsgegend äußerlich an rückenseitigen Höckerreihen (bei der Gattung *Saccoglossus*) oder an Leisten zu erkennen, die bei den Ptychoderiden (s. S. 418) zu breiten Lamellen oder wulstförmigen Geschlechtsflügeln aufgetrieben sind. Leberabschnitt wird durch tiefe Aussackungen des Mitteldarmdaches verdeutlicht; letzter Körperabschnitt (Abdominalregion) verläuft schlauchförmig und weist am Ende den After auf (s. Abb. S. 418). Drei Familien: Harrimaniiden (Harrimaniidae;

Klasse
Eichelwürmer



Teil eines Längsschnittes eines Eichelwurmes (Bauchseite = rechts): 1 Eichel, 2 Eicheldarm, 3 Eichelskelett, 4 Muskeln, 5 Kragen, 6 Blutgefäß, 7 verdauender Anteil des Kiemen Darmes, 8 Kiemenscheidenwände und Querbrücken, 9 Kiemen Darm mit Kiemenzungen, 10 Kragenmark mit Kanal, 11 Blutgefäß, 12 Herzblase, 13 Herz, 14 Glomerulus, 15 Eichelhöhle.

s. S. 417), Spengeliiden (Spengeliidae; s. S. 418) und Ptychoderiden (Ptychoderidae; s. S. 418); etwa siebzig lebende Arten.

Diese graugelben bis stumpfbraunen Tiere können eine rot- bis orangegefärbte Eichel haben; Zeichnungen fehlen fast immer. Ihr hauptsächlichster Bewegungsapparat ist der besonders stark mit Muskeln versehene Eichel- und Kragenabschnitt, längsgerichtete Muskelfasern bilden dabei den Hauptanteil. Im Eichelstiel liegt auf der Bauchseite eine rechteckige Skelettplatte, die mit zwei Fortsätzen den Kragendarm wie eine Gabel umgreift. Beim Graben schieben die Eichelwürmer — wie Beobachtungen an den Gattungen *Ptychodera* (s. S. 418) und *Saccoglossus* (s. S. 417) gezeigt haben — die verschmälerte Eichel schräg in den Bodengrund; hierauf zieht sich die Eichel zusammen, und eine wellenartige Verdickungsbewegung läuft über den ganzen Körper. Beim nächsten Vorstoß wird der restliche Körper nach Verankerung der Eichel nachgezogen. Der Innendruck des Körpers und die Muskeln des Kragens wirken hierbei der Eichel entgegen; das Eichelskelett bildet dazu eine günstige Verstärkung des Eichelstiels.

An der tief eingeschnürten Grenze zwischen Eichel und Kragen liegt die weite, lippenlose Mundöffnung; sie wird nicht nur durch das Einziehen der Eichel, sondern auch durch einen Ringmuskel geschlossen. Der darauffolgende Kragendarm entsendet nach vorn einen engen Blindschlauch durch den Stiel hindurch zur Eichel; im Querschnitt hat dieser sogenannte »Eicheldarm« eine gewisse Ähnlichkeit mit der Rückenseite (Chorda dorsalis) der Chordatiere. Ähnliche Bildungen sind jedoch ebenso bei Strudelwürmern (s. Band I) anzutreffen.

An den einfachen Kragendarm schließt der kompliziert gebaute Kiemen Darm an, bei dem wir einen auf der Rückenseite gelegenen Atemteil von einem bauchseitigen Verdauungsteil unterscheiden können. Die Kiemen, eine paarige Reihe schmaler Spalten in der bewimperten Darmwand, gehen in die erweiterten Kiementaschen oder Kiemensäckchen über, die durch Ausbuchtungen des Darmes und Einbuchtungen der Körperdecke entstanden sind; sie münden durch Kiemenporen nach außen. Manchmal können die Kiementaschen einer Seite auch zu einem einzigen Raum verschmelzen und durch nur eine Öffnung ausmünden. Gewöhnlich weisen Eichelwürmer — je nach der Größe der Art — vierzig bis zweihundert Paar, im Höchstfall bis siebenhundert Paar Kiemenpalten auf.

Unabhängig von der Zahl der Palten sorgt das Einwachsen einer Kiemenzunge von oben her in die Kiementasche hinein für eine weitere Oberflächenvergrößerung im Dienste des Gasaustausches. Bei den meisten Eichelwürmern bleibt die Kiemenzunge frei in der jeweiligen Kiemenpalte hängen; bei den Ptychoderiden jedoch wird sie durch Querbrücken (Synaptikeln) mit den Kiemenscheidewänden verbunden. Die Bildung des Kiemen Darmes erinnert stark an die des Lanzettfischchens (s. S. 454). Skelettbildungen, die — wie auch die Blutflüssigkeit — in die Querbrücken eintreten, verhindern ein Zusammenklatschen der Kiemen. Wie das Skelett des Eichelstiels sind auch die Skeletteile der Kiemenzungen und -palten (die Kiemenpalten) örtliche Bildungen oder Verstärkungen der Grenzmembran.

Hauptsächlich ernähren sich die Eichelwürmer von Kleinlebewesen, die sie

mit den Bodenstoffen verschlucken. Hebt man Eichelwürmer vom Untergrund auf, so ist ihr Darm vielfach derartig mit Bodenstoffen gefüllt, daß der Rumpf durch das Gewicht abreißt; daher kennen wir von manchen Arten bis heute nur die vorderen Körperteile, nicht jedoch das Rumpfende. Erwachsene Eichelwürmer nehmen ihre Nahrung im Boden auf, indem sie die Eichel von einer Wohnröhre aus in den umgebenden Boden bohren (s. Abb. S. 417). Sie verschlucken die Bodenstoffe aber nicht einfach; statt dessen treten ihre Wimpern und Drüsen sinnvoll in Tätigkeit. An dem Schleim, den die zahlreichen Drüsenzellen der Eichel erzeugen, bleiben mit den Stoffen Nahrungsteilchen hängen; ein zum Kragen gerichteter Wimperstrom bringt sie zum Hinterende der Eichel. Dort vereinigen sich die Schleimstreifchen durch die Tätigkeit des Wimperorgans zu einem Band, das von den Wimpern des Vorderdarms übernommen wird. Ein Teil der aufgenommenen Stoffe wird über den Kragen und den Rumpf hinweg weiterbefördert. Bei der Nahrungsaufnahme setzt sich der Kragen wie ein Trichter von der Eichel ab; dadurch erweitert sich die Mundöffnung auf die größtmögliche Weise.

Der Nahrungs- und Bodenstoffstrom gleitet im Bauchteil des Kiemendarmes weiter, während der Wasserstrom den Kiemendarm in der oberen Hälfte durch die Spalten und Poren verläßt (s. Abb. S. 413). Die Wimperfelder der Kiementaschen erzeugen durch starkes Flimmern einen Sog, der den Wasserstrom für die Atmung zur Folge hat. Dann werden im Leberabschnitt die Nahrungsballen unter fortwährender Drehung verdaut. Man konnte dort Fermente zur Verdauung von Stärke, Zucker und Eiweiß nachweisen. Die bei der Verdauung nicht aufgeschlossenen Teile gelangen über den Enddarm zum After und werden als dünne Kotwurst ausgeschieden. Der Eichelwurm streckt dabei sein Hinterende aus der Röhre heraus und bewegt es kreisförmig, so daß ein drei bis sechs Zentimeter hoher Knäuel entsteht. Infolge dieser Kothäufchen ist es oft leicht, die Wohnröhren von Eichelwürmern zu finden (s. Abb. S. 417). Bei manchen Arten freilich konnte im Darm nur Plankton, aber keinerlei Bodenstoff gefunden werden.

Ausgesprochene Ausscheidungsorgane fehlen den Eichelwürmern; man nimmt als sicher an, daß die Ausscheidungen allgemein durch die Leibeshöhlenwand in die Leibeshöhlenflüssigkeit abgegeben werden. Eine vielfach gelappte Erweiterung des Blutgefäßes vor dem Herzen im Vorderkörper, der Glomerulus, scheint besonders der Ausscheidung zu dienen. Die Bildung des Glomerulus ist wie folgt zu verstehen: Um die Oberseite des Eicheldarmes legt sich das innere Blatt der Eichelhöhle, das zum Zweck der Oberflächenvergrößerung in viele Falten gegliedert ist; den dadurch gebildeten Hohlraum benutzt die Blutflüssigkeit, die keine eigenen Bahnen besitzt, zur Abgabe der Stoffwechselschlacken. Die Ausscheidungsstoffe durchdringen die Wand des Glomerulus, also die Leibeshöhlenwand, und gelangen über die Leibeshöhle durch die Eichelöffnung nach außen.

Die Blutgefäße der Eichelwürmer besitzen nur zum Teil oder gar keine eigenen Wandungen (offenes Blutgefäßsystem); das Blut fließt in Lückenräumen des Gewebes und umspült auf diese Art die einzelnen Organe. Die Hauptbahnen werden durch das Zusammentreffen der Leibeshöhlenwandungen gebildet; hier entstehen auch eigene Gefäßwände, wie sie beim Her-



Nahrungsströmung am Vorderende von *Protoglossus köhleri*: 1 Kiemenporen, 2 Atemwasser, 3 Mundöffnung, 4 Schleimstrom, 5 Wimperorgan.



Wohnröhre eines Eichelwurms mit kennzeichnendem Kothaufen.

zen aufgrund seiner starken Beanspruchung notwendig sind. Der Motor für die leicht durch den Körper hin und her strömende Blutflüssigkeit ist das mit Muskeln versehene, rhythmisch schlagende Herz, das dem Eicheldarm aufliegt und von den ebenfalls leicht muskulösen Hauptbahnen unterstützt wird. Das Herz entstand durch Eindellung der Herzblase (Perikard) von unten her zu einer Rinne, die sich je nach Art auch zu einer Röhre schließen kann; eine vergleichbare Herzbildung ist auch bei den Weichtieren (s. S. 22) zu beobachten. In einem kleinen Kreislauf strömt das Blut vom Herzen über den Glomerulus in die Eichel und zurück, in einem großen Kreislauf geht es über ein in der Mittelebene gelegenes Bauchgefäß in den Rumpf; ein Teil davon rinnt über die Kiemen, der andere über die verdauenden Organe in das rückenständige Gefäß zurück zum Herzen.

Hautnervensystem

Das echte Hautnervensystem liegt wie bei den Stachelhäutern als ein verstreutes Geflecht unter der Deckschicht; auf der Rücken- und der Bauchseite verdickt sich dieses Netz erkennbar zu je einem Hauptstamm. Der rückenständige Stamm, dem die Kragentiere die Zugehörigkeit zu den »Rückenmarktieren« (Notoneuralia) verdanken, zieht von der Eichel zum Körperende; er ist äußerlich meist als schmale Leiste erkennbar und sinkt im Kragenabschnitt in die Tiefe, was durch die Beanspruchung des Kragens infolge der grabenden Lebensweise zu erklären ist. Dieses Kragenmark (Neurochord) zeigt bei der Gattung *Ptychodera* ausgesprochen urtümliche Verhältnisse; dort weist es zeitlebens einen durchgehenden Kanal auf. Bei der Art *Saccoglossus pusillus* besteht zusätzlich auf der Rückenseite eine Öffnung; das weist darauf hin, daß der Rückenstamm im Kragenabschnitt sich durch Einsenkung des Gewebes in Form einer Rinne gebildet hat, die sich allmählich zum Rohr schloß. Der Rückenstamm steht mit einem vorderen Nervenring in Verbindung, der oberseits und unterseits einen Ast in die Eichel entsendet; er bildet an der Grenze zwischen Kragen und Rumpf einen zweiten Ring, der sich als bauchseitiger Hauptstamm fortsetzt.

Reizaufnahme

Als richtiges Sinnesorgan kann man höchstens die vor der Mundöffnung liegende Flimmerrinne ansehen, die mit vielen Sinneszellen und einem Nervenpolster ausgestattet ist. In der Haut der Eichelwürmer sind jedoch Sinneszellen über den ganzen Körper, in besonderem Maße an der Eichel, verteilt. Dementsprechend antwortet die ganze Körperoberfläche auf Berührungs- und Lichtreize, wenn auch verschieden schnell. Die Eichel scheint selbst Reize von Tageslichtstärke gerichtet wahrzunehmen, weil sich die Tiere bei Reizung abwenden und sofort unter andauernden Zusammenziehungen einzugraben beginnen. Trennt man die Eichel vom Körper, so beantwortet sie das auf ähnliche Weise, während beim restlichen Körper hierzu ungleich stärkere Reize nötig sind. Schneidet man den Rückennerv der Eichel durch, so ist die Wirkung auf einen Reiz viel langsamer, weil die Erregung über das zerstreute Nervenetz ungerichtet weitergeleitet wird — im Gegensatz zur gerichteten Erregungsleitung durch die Fasern des Hauptstammes.

Eichelwürmer reagieren auf Störungen, ganz besonders auf Erschütterungsreize, indem sie durch schnelles Zusammenziehen der Längsmuskelfasern in der Röhre verschwinden — ein wirksamer Schutz hauptsächlich gegen Fische, die den Bodengrund nach Nahrung absuchen. Möglicherweise dienen auch

die nach Jodoform riechenden Absonderungen von Hautdrüsen dem Schutz. Die Deckschicht der Ptychoderiden scheidet auch noch eine leuchtende Absonderung aus, deren chemische Natur noch nicht geklärt ist. Bei Arten der Gattung *Ptychodera* auf den Bermudas konnte ein Tag-Nacht-Rhythmus des Leuchtens festgestellt werden; andere Arten leuchten nur nach Erschütterungsreizen, manche lediglich in der Nacht, einige sogar bei Tageslicht.

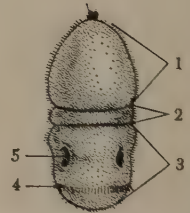
Der Leichtigkeit, mit der die zarten Tiere abreißen können, entspricht eine hohe Regenerationsfähigkeit, deren Mittelpunkt der Hinterkörper darstellt. Schneidet man bei *Glossobalanus minutus* die zwei vorderen Körperabschnitte ab, so bildet der Hinterkörper bald darauf eine Knospe, aus der sich ein neuer Vorderkörper und schließlich auch ein neuer Kragen entwickeln.

Die Geschlechter lassen sich bei den Eichelwürmern höchstens durch die verschiedene Färbung der durchscheinenden Keimdrüsensäcke unterscheiden, die sich häufig über die Geschlechtsgegend auf das Kiemen- und Lebergebiet ausdehnen. Bei den Ptychoderiden sind zudem noch Hautverdoppelungen als sogenannte Genitalfügel oder Genitallamellen ausgebildet. Die Keimdrüsen münden ohne Einschaltung von Begattungsorganen durch je eine Öffnung; die Befruchtung erfolgt frei im Wasser, wobei die Weibchen ihre zweitausend bis dreitausend Eier meist in gallertartigen Schnüren ablegen und die Männchen gleichzeitig oder einige Zeit später Samenwolken aus ihren Röhren ausstoßen. Dies geschieht bei Niedrigwasser; die Flut verteilt dann die befruchteten Eier.

Aufgrund des verschiedenen Dotterreichtums kennen wir zwei Formen sich verschieden entwickelnder Eier. Die dotterreichen Eier der Harrimaniiden (s. S. 417) entwickeln sich direkt; die bewimperte Gastrula streckt sich in ihrer Längsachse und legt durch zwei ringförmige Furchen die Körperabschnitte des erwachsenen Tieres an. Nach dem Schlüpfen besitzt die Larve einen Wimperschopf und vor dem After einen Wimperkranz; sie macht eine sehr kurze, nur einen Tag dauernde Schwärmzeit durch, während sich der Mund und die erste Kiemenöffnung bilden (vgl. Abb.). Bald sinkt die schwimmende Larve zu Boden und gräbt sich dort mit Hilfe der Eichel und einer nachlarvalen, hinter dem After befindlichen Haftpapille ein. Das Jungtier ernährt sich nun wie die Erwachsenen, kann aber die Eichel und die Mundöffnung ins freie Wasser halten und mit Hilfe des Atemwasserstroms Plankton herausfiltern.

Eine indirekte Entwicklung dagegen machen die dotterarmen Eier der Spengeliiden (s. S. 418) und Ptychoderiden (s. S. 418) durch. Die Gastrula wächst in ihrer Längsachse, der Urmund schließt sich, und der Keim entwickelt sich nun zu einer tönchchenförmigen Larve (*Tornaria*), die nach 24 bis 36 Stunden schlüpft. Vom Urdarmdach schnürt sich die Leibeshöhle des Vorderkörpers ab, bauchseitig bricht die Mundöffnung durch, und der After entsteht dort, wo sich der Urmund befunden hatte. Die Tornarialarve ist allseits bewimpert; doch nach Bildung der Wimperschnüre verschwindet diese Bewimperung. Wir finden bei ihr jetzt je eine Wimperschnur vor und hinter dem Mund und eine schon vorher gebildete Scheitelplatte (Müllersches Stadium) — eine Entwicklungsstufe, die den Larven der Seesterne und Seewalzen so ähnlich ist, daß sie zum Beweis einer engen Verwandtschaft der Eichelwürmer

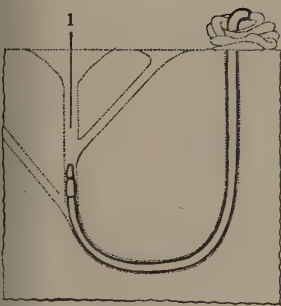
Regenerations-
fähigkeit



Stadium einer direkten Entwicklung (*Saccoglossus kowalevskii*): 1 Eichel, 2 Kragen, 3 Hinterkörper, 4 Wimperkranz, 5 Kiemenpore.

mit den Stachelhäutern dient. Der dritte Wimperring der Tornarialarve befindet sich vor dem After; er dient der Fortbewegung. Die Larven schwimmen, indem sie sich um ihre Längsachse drehen. Mit Hilfe der Wimpernschnüre vor und hinter dem Mund, die sich zu Schlingen ausdehnen, befördert die Larve auch Kleinstlebewesen wie auf Fließbändern zum Mund.

Nach ein paar Monaten erreicht die Larve den Höhepunkt ihrer Entwicklung und kann dann bis zu zwölf Millimeter Länge heranwachsen, während das Ei nur 0,12 Millimeter groß war. Nun beginnt die Verwandlung. Der Körper wird durch Wasserabgabe rasch verkleinert, die Wimpernschnüre werden eingeschmolzen, die Oberhaut verdickt sich. Der Körper nimmt wieder etwas an Größe zu, streckt sich und bildet durch zwei Einschnürungen die Anlagen zu den drei Körperabschnitten. Das Tier sinkt zu Boden, die Kiementaschen brechen nach außen durch, und das Kragenmark senkt sich rinnenförmig in den Kragen ein. Bis heute sind etwa sechzig Arten von Tornarialarven und siebenzig Arten von erwachsenen Eichelwürmern bekannt, von denen jedoch viele eine direkte Entwicklung durchmachen, so daß die Entdeckung noch so mancher neuer Arten zu erwarten ist.



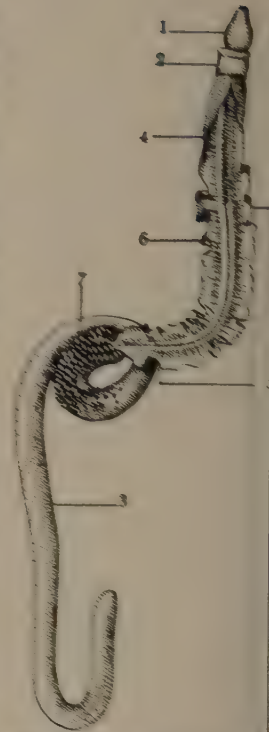
U-röhrenförmiger Gang
eines Eichelwurmes. 1
Wohnröhre.

Eichelwürmer kommen in allen Meeren vor; die häufigsten Fundorte liegen im Flachwasser, besonders in der Gezeitenzone. Aus einer Tiefe von 4500 Meter stammt nur ein Bruchstück, das den Namen *Glandiceps abyssicola* erhielt. Allerdings mag die Häufigkeit der Fundorte in Tiefen bis zu fünfzig Meter vielleicht nur an den hier unvergleichlich einfacheren Möglichkeiten zum Sammeln liegen. Alle Eichelwürmer sind Bewohner des Bodengrundes. Oberflächlich zwischen Steinen oder Wurzeln von Mangroven oder Seegras leben die Ptychoderiden (s. S. 418), ferner die Gattungen *Glandiceps* und *Glossobalanus*; hier bauen sie Röhren aus Sandkörnern, die sie mit Schleim verkleben. Eine zweite Gruppe mit den Gattungen *Balanoglossus* und *Saccoglossus* bohrt senkrechte Gänge in Form einer U-Röhre in den Boden (vgl. Abb.). Die Wände ihrer Röhren stützen die Eichelwürmer durch rasch erhärtenden Hautschleim. Manche Wohnröhren können mit ihren dazugehörigen Röhren zum Nahrungserwerb bis zu einem halben Meter Tiefe reichen.

Von den drei Familien sind die HARRIMANIIDEN (Harrimaniidae) eine ursprüngliche Gruppe mit noch wenig Sonderbildungen; ihre Kiemenspalten sind nicht durch Querbrücken vergittert. Die Geschlechtsgegend weist keine Genitalflügel, die Lebergegend keine Aussackungen auf. Wie schon erwähnt, machen die großen Eier eine unmittelbare Entwicklung durch. Besonders urtümlich ist die Gattung *Protoglossus*, bei der die Leibeshöhlungen in allen drei Körperabschnitten geräumig ausgebildet sind; Herzblase, Glomerulus (s. S. 414) und Eicheldarm sind einfach, die Kiemenspalten kurz. *Protoglossus koehleri* (KL 5–7 cm) besitzt fünfzig Kiemenspalten und kommt im Ärmelkanal vor. Eine ausgesprochen lange Eichel hat die Gattung *Saccoglossus* (Abb. 4 u. 5, S. 427). Hierzu gehört die in der Deutschen Bucht gefundene kleinste Art der Klasse: *Saccoglossus pygmaeus* (KL 25 mm). Weitere Arten sind *Saccoglossus horsti* und *Saccoglossus pusillus*. Die Art *Harrimania kupfferi* (KL bis 9 cm; Abb. 6, S. 427) ist kennzeichnend für die Nord- und Ostsee, aber auch von der Küste Grönlands aus zwanzig bis tausend Meter Tiefe bekannt.

Die zweite Familie, die der SPENGELIIDEN (Spengeliidae), weist viele Merkmale auf, welche die anderen Familien verbinden. Der Eichelarm ist bei ihnen wurmförmig verlängert. Genitalleisten sind vorhanden, meist auch Querbrücken zwischen den Kiemenspalten. Die Gattungen *Glandiceps* (mit *Glandiceps abyssicola*) und *Spengelia* (KL bis 50 cm) leben mehr oberflächlich unter Steinen oder Wurzeln.

Am höchsten entwickelt unter den Eichelwürmern sind die PTYCHODERIDEN (Ptychoderidae) mit ihren langen Genitalwülsten oder Genitallamellen (s. S. 416), der starken Höckerbildung in der Lebergegend und den stets mit Querbrücken vergitterten Kiemenspalten. Die Eier sind klein und machen eine indirekte Entwicklung über eine Tornarialarve durch; die erwachsenen Tiere aber können oft sehr groß werden. Bei der Gattung *Ptychodera* überdecken die breiten Genitallamellen den Körper im Geschlechtsabschnitt wie zwei Mantellappen; die Kiemenspalten sind weit geöffnet. Im Indischen und Stillen Ozean kommt *Ptychodera flava* vor, eine Art, die der Naturforscher Eschscholtz im Jahre 1825 in der Nähe der Marshallinseln entdeckte, aber für eine Seegurke hielt. Breite Genitallamellen, aber enge Kiemenspalten zeigt *Balanoglossus*, die Eichel ist oft sehr kurz. *Balanoglossus clavigerus* (Abb. 1, S. 427) lebt an den Küsten von Neapel und Triest; er scheint seine Wohnröhre leicht zu verlassen, um Abfallstoffe aus der Umgebung aufzunehmen. Der längste Eichelwurm, *Balanoglossus gigas* (KL 1,8–2,5 m), stammt aus Brasilien. Bei einem dieser Tiere, das 1,8 Meter lang war, betrug die Länge des Hinterkörpers 1,77 Meter; das zeigt deutlich das Verhältnis der beiden vorderen Körperabschnitte zum Hinterkörper. Die Kiemengegend ist violett, die Lebergegend gelbgrün gefärbt. Um diesen Eichelwurm zu fangen, hebt man im Flachwasser Gruben von zwei Meter Durchmesser und einem halben Meter Tiefe aus. Durch wulstförmige Genitallamellen ist *Glossobalanus* gekennzeichnet; *Glossobalanus minutus* (KL 10–15 cm; Abb. 2 u. 3, S. 427) kommt in der Nordadria und an den Küsten bei Neapel und Toulon vor.

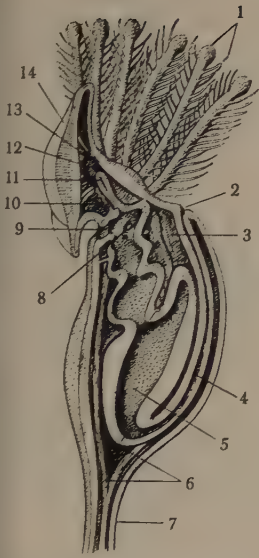


Körpergliederung von *Balanoglossus clavigerus*: 1 Eichel, 2 Kragen, 3 Hinterkörper, 4 Kiemenschnitt, 5 Geschlechtsregion, 6 Genitalflügel, 7 Leberabschnitt.

Die FLÜGELKIEMER (Klasse Pterobranchia) sind seßhafte, meist kolonie- oder stockbildende Kragentiere mit scheibenförmigem Vorderkörper; Mittelkörper mit einem bis mehreren Armpaaren versehen. KL 0,2 bis 14 mm. Kiemenspalten fast immer fehlend; Darm U-förmig gekrümmt; Stöcke bis zu 25 cm Höhe. Färbung der Tiere dunkelbraun bis rötlich. Drei Familien: 1. Cephalodisciden (Cephalodiscidae; s. S. 421), 2. Atubariiden (Atubariidae; s. S. 421) und 3. Rhabdopleuriden (Rhabdopleuridae; s. S. 422); insgesamt etwa zwanzig Arten.

Wie bei den Eichelwürmern ist auch bei den Flügelkiemern der Körper in drei Abschnitte gegliedert; die zweimalige Knickung der Körperachse läßt sich durch die seßhafte Lebensweise erklären. Der Vorderkörper (Kopf- oder Ventralschild) ist eine mächtige, abgeflachte, an Muskeln und Drüsen reiche Haftscheibe, deren Hinterrand die Mundöffnung als Falte verdeckt. Ein rotbraun gefärbtes Band grenzt diesen überlappenden Teil vom restlichen Schild ab. Der gut bewegliche Kragen oder Hals – also der Mittelkörper – verbindet den Kopfschild mit dem längsverlaufenden Rumpf in Form eines schrägen Zylinders. An der Vorderseite der kürzeren, bauchwärts gelegenen Wand des Kra-

Klasse
Flügelkiemer



Anatomie im Längsschnitt eines Cephalodisciden (Cephalodiscus): 1 Arme mit Tentakeln, 2 After, 3 Keimstock, 4 Enddarm, 5 Magen, 6 Muskeln, 7 Stiel, 8 Kiemenpore, 9 Mundöffnung, 10 Glomerulus, 11 Kopfdarm, 12 Herz, 13 Herzblase, 14 Kopfschild.

gens befindet sich die Mundöffnung. Der ausgedehnte rückenseitige Teil des Halses trägt auf seitlichen Wülsten die paarigen Arme. Bei der Gattung *Rhabdopleura* finden wir ein Paar, bei den Cephalodisciden (s. S. 421) meist vier bis neun Paare. Jeder Arm trägt zwei Reihen von je zwanzig bis fünfzig bewimperten Tentakeln. Zwischen diesen Tentakeln verläuft eine Wimperrinne, die bis zur Mundöffnung und manchmal bis in den Vorderdarm reicht.

Der dritte Körperabschnitt, der Rumpf oder Hinterkörper, ist ein sackförmiges Gebilde, das sich nach hinten in den zusammenziehbaren schlauchförmigen Stiel verjüngt. Bei den Cephalodisciden kann der Stiel mehrfache Körperlänge erreichen. Am rückenseitigen Vorderende des Rumpfes mündet der V-förmig gebogene Darm mit einem After nach außen.

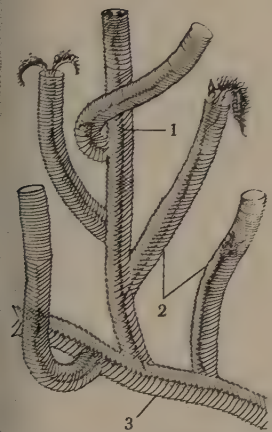
Die Flügelkiemer leben in Kolonien oder Stöcken, die durch ungeschlechtliche Vermehrung entstehen; bei den Cephalodisciden lösen sich die Tochtertiere vom Stiel des Muttertieres, bleiben aber bei *Rhabdopleura* stets miteinander in Verbindung. Der Gehäusestoff, den die Flügelkiemer abscheiden, ist noch nicht bekannt, besteht aber keinesfalls aus Chitin. Stöcke der Gattung *Rhabdopleura* sind unregelmäßig verzweigte Röhren, die einer harten Unterlage aufliegen. Eine solche Kolonie ist meist nur ein bis eineinhalb Zentimeter groß, kann aber bis zu fünf Zentimeter anwachsen, während Cephalodisciden-Kolonien bis über fünfundzwanzig Zentimeter groß werden.

Von einer oder mehreren »Hauptröhren« zweigen viele kleine senkrechte Röhren ab, die je ein Einzeltier enthalten. Der Röhrenstoff wird von der Hautdrüse des Kopfschildes abgesondert. Durch Bestreichen der Wohnröhre mit neuer Absonderung wächst ein weiterer Ring an, wodurch die Röhren etwa »geringelt« aussehen.

Die Haut der Flügelkiemer ist meist sehr dünn und nur in der unteren Kopfschildwand verdickt. Man nimmt an, daß die Tiere vollständig bewimpert sind. Drüsenzellen kommen gehäuft an den Tentakelspitzen und in der bauchseitigen Wand des Kopfschildes (hier dem Gehäusebau dienend) vor. Bis auf einige zarte Längsfasern sind die Muskeln schwach ausgebildet.

In großen Zügen entspricht die Leibeshöhle den schon in der Einleitung zu diesem Kapitel geschilderten Verhältnissen. Die unpaare Kopfschildhöhle ist ein flacher Spalt in der Mitte des Kopfschildes; sie mündet auf der Rückenseite durch zwei Poren (sogenannte Schildporen). Die Kragenhöhle ist paarig, umgreift den Vorderdarm und gibt in jeden Arm einen Blindschlauch ab. Diese Blindschläuche verzweigen sich auch in die Tentakel hinein. Mit je einer Öffnung mündet die Kragenhöhle in der Nähe der Armansätze. Ähnlich wie die Kragenhöhle dehnt sich die paarige Rumpfhöhle bis in den Stiel hinein aus.

Die Wimpern der Deckschicht erzeugen einen steten Wasserstrom, der vom Stiel über den Rumpf zu den Armspitzen reicht. Mit Hilfe der bewimperten Tentakel »erbeutet« zum Beispiel *Rhabdopleura* Kieselalgen, Strahlentiere und Krebslarven (s. Band I). Der Fang wird in einen Schleimfilm eingebettet und wie auf Förderbändern über zwei seitliche Ströme zur schlitzförmigen, mit Lippen versehenen Mundöffnung gebracht. Wimpern flimmern den Nahrungsstrom dort weiter. An der Grenze zwischen Kragen und Rumpf bildet der Schlund ein Paar seitliche Ausstülpungen, die bei *Cephalodiscus* und *Atubaria*



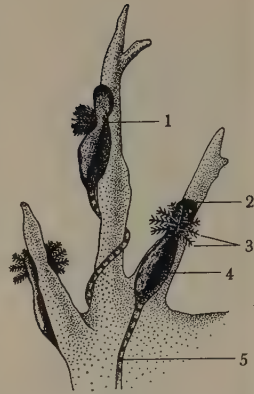
Rhabdopleura normani mit Gehäuse: 1 Stiel, 2 senkrechte Röhren der Tochtertiere, 3 waagerechte Haupt-röhre.

durch eine Kiemenöffnung nach außen münden, bei *Rhabdopleura* aber nur als Taschen angelegt sind. Der Vorderdarm sendet einen Blinddarm in den Kopfschild in Richtung auf die Herzblase. Sowohl die Kiemenanlage als auch der Kopfdarm zeigen die enge Verwandtschaft der Flügelkiemer mit den Eichelwürmern. Das mit der Nahrung versetzte Schleimband wird in einem kleinen sackförmigen Magen durch Flimmerwirkung der Wimpern zu Ballen gedreht; unter dauernder Drehung wandern die unverdaulichen Stoffe weiter in den dünnen Darm, der einen scharfen Knick macht und auf der Rückenseite zum Vorderrand des Hinterkörpers verläuft, wo er nach außen mündet.

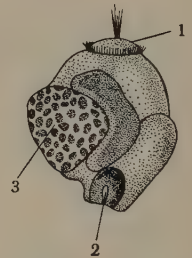
Als Atmungsorgan dienen hauptsächlich die Tentakel, die sich dafür infolge ihrer großen Oberfläche und des durch Flimmern stets frischen Wasserstroms vorzüglich eignen; denn Kiemen sind ja nur in Spuren vorhanden. Das Gefäßsystem ähnelt dem der Eichelwürmer, ist aber noch weniger ausgebildet, weil die Flügelkiemer so klein sind. Das Hautnervensystem bildet ein Faser-netz über den ganzen Körper, dessen Zentrum in der Mittellinie des Kragens liegt. Von hier zieht ein Streifen auf der Rückenseite zum After, ein rückenseitiger und zwei seitliche Streifen gehen in den Kopfschild, ein Paar zieht zu den Armen und teilt sich in die Zahl der Arme auf. Ein letztes Paar schließlich umgreift den Rumpf an der Grenze zum Kragen und vereinigt sich dort zu einem bauchseitigen Band, das bis zur Spitze des Stieles geht und von dort weiter in Richtung auf den After verläuft. Sinnesorgane konnten bisher nicht gefunden werden — auf Licht-Schatten-Reize antworten die Tiere nicht.

Die Keimdrüsen liegen als einfache Säcke im Rumpf und münden in der Nähe des Kragenendes. In einem *Rhabdopleura*-Stock entwickeln die meisten Einzeltiere keine Keimdrüsen; sie bleiben unfruchtbar und pflanzen sich durch Knospung fort. Bei *Cephalodiscus* stehen vielfach rein männliche Kolonien rein weiblichen oder reinen Zwitterkolonien gegenüber. Neue Stöcke oder Kolonien werden mit Hilfe geschlechtlicher Fortpflanzung gegründet. Die Eier der Flügelkiemer sind groß und dotterreich; ihre Entwicklung ist nur bruchstückhaft bekannt. So kennt man eine dotterreiche bewimperte Larve mit Wimperschopf und bauchseitigem Drüsenfeld (vgl. Abb.), ferner eine noch gestreckte, eichelwurmähnliche Larve, bei der die Knickung noch nicht durchgeführt ist. Es fehlen jedoch Zwischenglieder oder Zwischenstufen, die uns mehr über die Darmkrümmung verraten könnten.

Der Aufbau einer Kolonie erfolgt im Gegensatz zur Neugründung durch ungeschlechtliche Vermehrung in Form von Knospung. Bei *Cephalodiscus* bilden sich am Ende des Stieles eine bis vierzehn birnenförmige Ausstülpungen. Der Vorderteil einer derartigen Knospe schwillt an und wird durch eine Einschnürung abgegliedert. Daraus entwickelt sich der Kopfschild. Später entstehen zwei Ausstülpungen, aus denen die Arme und mit ihnen die Fühler hervorgehen. Währenddessen hat sich die Leibeshöhle in ihre drei Abschnitte gegliedert. Zuletzt setzt sich der Kragen vom Rumpf ab. Bei den *Cephalodisciden* löst sich nun der Stiel der ehemaligen Knospe vom Muttertier und baut daneben seine eigene Röhre, während bei *Rhabdopleura* das Tochtertier zeitlebens mit der Mutter durch einen Stiel (den sogenannten schwarzen Stolo) in Verbindung bleibt.



Cephalodiscus hodgsoni klettert auf den Zweigen seines Gehäuses: 1 Kragen, 2 Kopfschild, 3 Arme, 4 Hinterkörper, 5 Stiel.



Larve von *Cephalodiscus indicus* von der Seite: 1 Scheitelplatte, 2 Einsenkung, 3 Drüsenfeld.

Die Mehrzahl der Flügelkiemer wurde in Tiefen von hundert bis sechshundert Meter gefunden, meist auf Steinen, Schalen und anderen Hartboden-teilen, seltener auf Schwämmen oder Seescheiden. Dagegen lebt *Cephalodiscus indicus* aus dem Indischen- und westlichen Stillen Ozean in zehn bis zwanzig Meter Tiefe an den Felsküsten; bei Ceylon kommen *Cephalodiscus gracilis* und *Rhabdopleura striata* in zwei bis drei Meter Tiefe in der Gezeitenzone vor. Die Cephalodisciden scheinen sich auf die südliche Erdhalbkugel mit dem Mittelpunkt rund um die Antarktis, die Rhabdopleuriden auf die Nordhalbkugel, besonders auf die Nähe der Küsten Grönlands und Nordeuropas, außerdem aber auch auf den Südatlantik zu beschränken. *Atubaria heterolopha* wurde an den japanischen Küsten gefunden und lebt auf Nesseltierstöcken.

Bisher konnten nur wenige Flügelkiemer lebend beobachtet werden. Dabei zeigte es sich, daß die Tiere mit dem Vorderende aus den Röhren kamen, wenn sie längere Zeit ruhig im Becken standen. *Rhabdopleura* kriecht mit Hilfe des Kopfschildes in ihrer Röhre hoch, bis die Mundöffnung in Höhe des Röhrenendes liegt, worauf sie die Arme nach oben krümmt. Wird das Tier gereizt, so gleitet es durch Zusammenziehung des Stieles weit in die Röhre zurück, die Arme werden dabei wieder in die ursprüngliche Lage — also in die Hauptachse des Körpers — gelegt. *Cephalodiscus hodgsoni* (Abb. S. 420) kriecht weiter aus der Röhre heraus, bleibt aber mit dem Stiel, der sich dabei immer mehr dehnt, darin haften. *Cephalodiscus gilchristi* kommt sogar ganz aus der Röhre heraus und heftet sich mit den Kopfschilden der zahlreichen Knospen an der Gehäusewand fest.

System

Die CEPHALODISCIDEN (Familie Cephalodiscidae) besitzen ein Paar Kiemenspalten und mehr als ein Paar Arme. Tochtertiere lösen sich vom Muttertier; doch fügen sich die Röhren der Einzeltiere (Zooide) zu einem Stock (Coenoeucium) zusammen, dessen Form bei den einzelnen Arten verschieden ist. Eine Gattung (*Cephalodiscus*) mit mehreren Untergattungen: *Orthoeucus*, *Idiothecia*, *Cephalodiscus* i. e. S., *Demiothecia*, *Acoelothecia*. Untergattung *Orthoeucus* bildet Stöcke mit orgelpfeifenartig nebeneinanderstehenden Röhren, die bei *Cephalodiscus densus* 13 cm Höhe und ähnlich weiten Durchmesser erreichen; Röhrenlänge der Einzeltiere beträgt dabei etwa 3 cm, KL ohne Stiel 0,7 und mit Stiel bis 4 cm. Untergattung *Idiothecia* baut baumartig verzweigte Stöcke mit Höhen über 19 cm bei einem Durchmesser bis zu 11 cm; das Einzeltier ist bei *Cephalodiscus gilchristi* mit Stiel nur 1,6 mm lang. Die Gehäuse der Untergattung *Demiothecia* weisen einen gemeinsamen, stark verzweigten Wohnraum für alle Einzeltiere auf; Höhe der Gehäuse 25 cm, Durchmesser 19 cm; Körperlänge bei *Cephalodiscus dodecalophus* 0,2 cm. Untergattung *Acoelothecia* sondert ein netzwerkartiges Gehäuse ab, in dessen Hohlräumen die Einzeltiere herumklettern; Höhe des Gehäuses 8 cm, Durchmesser 3,5 cm; Körperlänge von *Cephalodiscus kempii* 2 mm.

Bei den ATUBARIIDEN (Familie Atubariidae), die ein Paar Kiemenspalten und acht Armpaare besitzen, ist das zweite Armpaar zu Greifarman umgewandelt. Tiere leben frei ohne Gehäuse, klettern auf Polypenstöcken herum, die ihnen vielleicht das fehlende Gehäuse ersetzen. Einzige Art: *Atubaria heterolopha* (ohne Stiel 1 mm, mit Stiel 3 mm).

Keine Kiemenspalten und nur ein Armpaar haben die RHABDOPLEURIDEN (Familie Rhabdopleuridae). Tochtertiere bleiben stets durch ein dünnes schwarzes Gewebe mit dem Muttertier verbunden. Röhren sind zarte Gebilde. Unterschied der Geschlechter: ♂♂ haben ein spindelförmiges Aussehen und sind doppelt so groß wie ♀♀. Stücke von *Rhabdopleura normani* gewöhnlich 1–2 cm, höchstens 10 cm lang; Einzeltiere ohne Stiel 0,3 mm; Wohnröhre wird etwa 3 mm hoch.

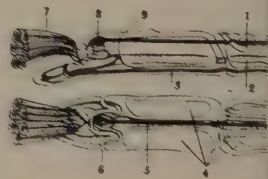
Den zweiten Unterstamm der Tiere mit fünfteiliger Leibeshöhle bilden die ARMTRÄGER (Brachiata). In Röhren festsitzende, fadenförmig gestreckte, einzeln lebende, darmlose Meeresbewohner. KL 4–40 cm, meist 10–20 cm, Körperbreite oft nur 0,3 mm. Tentakel (1–200) gehen vom Vorderkörper aus, dienen sowohl der Atmung wie auch der Nahrungsaufnahme, da der Darm rückgebildet ist. Mittlerer Abschnitt bildet den Hauptkörper, der kurze Endabschnitt ist unterteilt. Deckschicht überwiegend von einer Oberschicht (Kutikula) überzogen, sondert meist mehr als körperlange Röhren ab, in denen die Tiere einzeln leben. Einzige Klasse Bartwürmer (Pogonophora; s. unten). Zwei Unterklassen: 1. Frenulata (s. S. 423) mit den Ordnungen Athecanephria und Thecanephria sowie den ausgestorbenen Hyolithellida. 2. Afrenulata (s. S. 423) mit der einzigen Ordnung Vestimentifera. Insgesamt über hundert Arten.

Die BARTWÜRMER (Klasse Pogonophora) sind seit rund fünfundfünfzig Jahren bekannt. Ihre Besonderheiten wurden aber erst in den letzten zwanzig Jahren festgestellt. Vielleicht hat man so manchen Bartwurm auch schon früher gefunden; er blieb aber unbeachtet, weil man ihn mit Netzfäden oder ähnlichen Dingen verwechselte. Es ist gar nicht so einfach, sich über den Bauplan eines solchen Tieres klarzuwerden. Manche Forscher wie Johansson und Ivanov haben vermutet, daß die Tentakel auf der Unterseite des Körpers entspringen; daraus ergab sich auch die Bezeichnung »Bartwürmer«. Im Anschluß an die Untersuchungen von Caullery, Dawydoff und Jägersten möchten wir jedoch annehmen, daß es die Oberseite ist, an der sich die Tentakel befinden. Dadurch verdichten sich — wie R. Riedl feststellt — die Verwandtschaftsbeziehungen zu den Kragentieren beträchtlich.

Hierbei stimmen die Bartwürmer dann nicht nur in der Ausbildung der Leibeshöhlen und deren Öffnungen, sondern auch im Gefäßsystem samt dem Herzen und der Strömungsrichtung der Blutflüssigkeit mit den Kragentieren überein. Auch das in der Anfangsgegend des Keimdrüsengebiets bestehende Wimperfeld läßt sich — besonders im Zusammenhang mit der teilweisen Paarigkeit des daher auch bauchseitigen Nervenstranges — als Rest eines Bewegungsorgans an der Unterseite deuten, so wie es ja bei den Larven, die mit Hilfe dieser Wimpern dahingleiten, beobachtet wurde. Die sogenannten Genitalflügel bei zahlreichen Eichelwürmern lassen sich mit den Papillenwülsten der Bartwürmer zwar nicht vergleichen, da es sich um Ausbildungen an verschiedenen Körperabschnitten handelt; das Nervensystem jedoch paßt sich wieder zwanglos den bei den Kragentieren herrschenden Bedingungen an. Allerdings ist das Nervenetz bei den Bartwürmern nur auf der Bauchseite verdichtet und hat nicht wie bei den Kragentieren einen oberen und einen unteren Nervenstamm. Daß sich die Tentakel als Vermittler von

Unterstamm
Armträger
von E. Wawra

Klasse
Bartwürmer



Anatomie eines Armträgers von der Seite (oben) und Aufsicht (unten): 1 Leibeshöhlengang = Keimdrüsengang (♀), 2 bauchseitiges Blutgefäß, 3 Nervenstrang, 4 paarige Leibeshöhle des Mittelkörpers, 5 rückenseitiges Blutgefäß, 6 Leibeshöhlenöffnung, 7 Tentakeln mit Blutgefäßen, 8 Herz, 9 Leibeshöhle des Vorderkörpers mit Pore.

Atmung und Nahrung nur an der oberen, dem freien Wasser und den Sinkstoffen zugewandten Körperseite entwickelt haben, ist verständlich.

Nach alledem fügen sich die Armträger oder Bartwürmer gut in den Stamm der Pentacoelen ein. Neuerdings haben zwar einige Forscher die Möglichkeit angedeutet, daß eine Beziehung zu den Ringelwürmern bestehe; ein Vergleich zumindest der Entwicklung der jeweils unterteilten Abschnitte kann diese Ansicht jedoch nicht unterstützen.

Zur Unterklasse der FRENULATEN (Frenulata) gehören die Ordnungen der Athecanephrien und Thecanephrien (s. unten). Die ATHECANEPHRIEN (Ordnung Athecanephria) besitzen eine Herzblase (Pericard); der Vorderkörper ist vom Mittelkörper äußerlich durch eine deutliche Furche getrennt, die Tentakel stehen frei, sind also nicht am Grunde miteinander verwachsen. Die Familie der OLIGOBRACHIIDEN (Oligobrachiidae) ist durch zwei bis zwölf Tentakel ausgezeichnet; *Oligobrachia webbi* fand man in 260 Meter Tiefe im nordnorwegischen Meer. Nur ein bis zwei Tentakel haben die SIBOGLINIDEN (Familie Siboglinidae). Hierzu gehören *Siboglinum ekmani* (KL etwa 5 cm, Durchmesser 0,1 mm, Röhrenlänge 9 cm) aus dem Skagerrak und *Siboglinum caullery* aus 8164 Meter Tiefe östlich der Kurilen.

Die THECANEPHRIEN (Ordnung Thecanephria) besitzen keine Herzblase; der Vorderkörper ist nur manchmal durch eine Furche vom Mittelkörper getrennt. Die Leibeshöhlengänge sind von sackförmigen Ausbuchtungen des bauchseitigen Blutgefäßes umgeben. Noch drei Tentakel haben die POLYBRACHIIDEN (Familie Polybrachiidae), zu denen die längste Art der Bartwürmer, *Zenkevitchiana longissima* (KL 36 cm ohne Tentakel), aus dem Gebiet östlich der Kurilen zwischen viertausend und neuntausend Meter Tiefe gehört. Die Gattung *Galanthealinum* aus den nördlichen kanadischen Meeren ist wegen ihrer Ähnlichkeit mit der ausgestorbenen Ordnung der HYOLITHELLIDEN (Hyolithellida; s. S. 411) von Bedeutung. Zehn bis einunddreißig Tentakel haben die LAMELLISABELLIDEN (Familie Lamellisabellidae), deren Fortsätze (Pinnulae) am Grunde vereinigt sind. Die Angehörigen der SPIROBRACHIIDEN (Familie Spirobrachiidae) weisen 39 bis 223 Tentakel auf, die auf einem spiraligen Ausgangsplatz stehen.

Im Jahre 1969 entdeckte Webb im nordöstlichen Stillen Ozean eine neue Art, *Lamellibrachia barhami*, die eine eigene Unterklasse, die AFRENULATEN (Afrenulata), mit einer Ordnung (Vestimentifera) und einer Familie (Lamellibrachiidae) vertritt. Dieser Bartwurm besitzt zahlreiche — etwa zweitausend — miteinander verschmolzene Tentakel; sein Mittelkörper hat aber keine Zügel (Frenulum; s. S. 424). Der Vorderkörper weist eine paarige Falte auf, und das Ausscheidungsorgan hat keine Verbindung zur Leibeshöhle.

Aufgrund der fadenförmigen Gestalt und der blassen Farbe der Röhren und Tiere nimmt es nicht wunder, daß die Bartwürmer so lange unbekannt geblieben sind. Äußerlich kann man an einem solchen Tier einen kurzen, vorderen Abschnitt, der die Tentakel trägt, und einen von ihm durch eine Furche deutlich getrennten langen Rumpf unterscheiden. Der vordere Abschnitt setzt sich aus dem eigentlichen Vorderkörper (Protosoma oder Prosoma) und dem Mittelkörper (Mesosoma) zusammen. Diese Gliederung ist von außen nicht immer deutlich zu sehen; bei niederen Familien erkennt man noch eine seichte



Polybrachia annulata: 1 Tentakelkrone, 2 Vorderkörper, 3 Zügel (Frenulum), 4 Teil des Mittelkörpers, 5 Papillen.

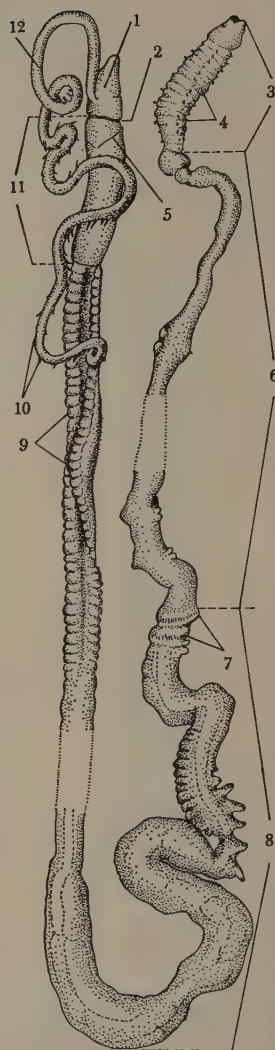
Furche, die bei höheren aber verschwindet. Der kurze Vorderkörper trägt die auffallenden Arme (Tentakel). Sie sind in ihrem Feinaufbau sehr einheitlich, während die Gesamtheit der Tentakel oft sehr verschieden ausgebildet ist. Sie entspringen auf der Oberseite und bilden miteinander eine Röhre, indem sie sich eng – gleichlaufend, aber nie trichterförmig – aneinanderlegen. Sind die Tentakel bis auf einen rückgebildet wie bei der Gattung *Siboglinum*, so legt sich dieser eine Arm in Spiralschlingen; auf diese Weise entsteht ein röhrenförmiger Hohlraum (Intertentakularraum). Die Tentakelbasis ist bei Formen mit nur wenigen Armen – wie *Oligobrachia* – hufeisenförmig und bei solchen mit einer größeren Anzahl von Tentakeln – wie *Lamellisabella* – ringförmig; ist die Zahl der Arme zu groß für einen einfachen Ausgangsplatz, so wird ein Armträger (Lophophor) notwendig, der bei den Spirobrachiiden spiralisch ausgezogen ist. Auf dieser vergrößerten Ansatzfläche entspringen die zahlreichen Tentakel.

Der etwas längere, zylindrische Mittelkörper weist in seinem vorderen Teil bei fast allen bekannten Arten zwei Leisten auf, die ihn V-förmig umgreifen und daher Zügel (Frenulum) genannt werden; ihre Ausbildung kann recht verschieden sein. Es wird vermutet, daß diese Hartgebilde zum Festhalten in der Röhre oder als Stütze beim Herauskriechen dienen. Außerdem finden wir am Mittelkörper mächtige Drüsen, die wahrscheinlich zur Röhrenbildung gebraucht werden.

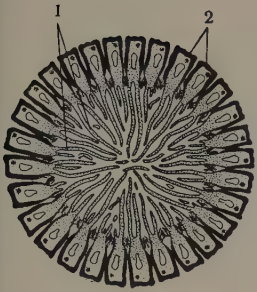
Der unverhältnismäßig lange Hinterkörper wird durch eine Gürtelbildung (Annulus) in zwei ungefähr gleich lange Stücke gegliedert. Der vorderste dieser Teile (der präannulare Teil) läßt wiederum zwei Abschnitte erkennen, den Vorderabschnitt (serialer oder metamerer Teil) und den Hinterabschnitt (ametamerer Teil). Auf der Bauchseite hat der vorderste Abschnitt ein Wimperband; es gilt als Rest einer ursprünglich vollständigen Bewimperung des erwachsenen Tieres. Auf der Rückenseite liegt ein doppeltes Band meist in Reihen angeordneter, durch eine Längsfurche getrennter warzenartiger Erhebungen (Papillen); die ersten zwei tragen bei den Männchen die Geschlechtsöffnungen, die übrigen sind meist mit Hartgebilden in Haken- oder Klammerform versehen. Es handelt sich hierbei aber nicht um eine echte Durchgliederung (Metamerie) des Körpers in eine Reihe hintereinander angeordneter Abschnitte, wie dies zum Beispiel bei den Ringelwürmern (s. Band I) der Fall ist, denn der innere Bau entspricht keineswegs dem äußeren.

Diese Regelmäßigkeit in der Anordnung der Papillen verliert sich im folgenden Abschnitt des vorderen Hinterkörperteils. Nur bei der Gattung *Oligobrachia* sind die Papillen nie in Reihen angeordnet, was man für ursprünglich ansieht. Die Haken und Plättchen der Papillen dienen dem Tier zur Fortbewegung in der Röhre. Der Gürtel zwischen den beiden Stücken des Hinterkörpers besteht aus einem Doppelring, der zwei bis fünf Reihen feiner Plättchen (Uncini) trägt. Der letzte und längste Abschnitt hat bei den *Athecanephrien* auf der Bauchseite regelmäßig verteilte Drüsenpolster, bei den *Thecanephrien* dagegen oberseits Querreihen von Befestigungspapillen zum Festhalten in der Röhre.

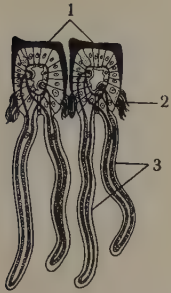
Daß die feingebauten Tiere oft nur bruchstückhaft erbeutet werden, ist nicht verwunderlich; so war besonders der Hinterkörper selten vollständig er-



Körperteile von *Siboglinum fiordicum*: 1 Vorderkörper, 2 Furche, die Vorder- und Hinterkörper trennt, 3 Anker des Hinterkörpers, 4 Borsten, 5 Zügel (Frenulum), 6 Körper hinter dem Gürtel, 7 Gürtel (Annulus) mit Häkchen (Uncini), 8 Körper vor dem Gürtel (proannulär), 9 rückenständige Papillen, 10 Tentakelfortsätze, 11 ehemaliger Mittelkörper, 12 Tentakel.



Querschnitt durch die Tentakelkrone von *Spirobrachia grandis*: 1 Tentakelfortsätze (Pinnulae), 2 Tentakel.



Tentakelquerschnitt von *Spirobrachia grandis*: 1 Kutikula, 2 Bewimperung, 3 Tentakelfortsätze.



Ausschnitt aus einem Querschnitt eines Tentakelfortsatzes von *Siboglinum ekmani*. Teil des »Bürstensaumes«: 1 Mikrovilli, 2 Zellkörper.

halten. In den letzten Jahren fanden nun die Forscher Webb und Bubko bei einigen Bartwürmern, zum Beispiel bei *Siboglinum fiordicum* und *Siboglinum ekmani*, einen zusätzlichen Körperabschnitt, der an den letzten Hinterabschnitt anschließt. Er weist eine Ringelung und meist auch Borsten auf, da er der Befestigung des Tieres in der Röhre dient, wurde er »Anker« genannt. Interessant ist es, daß hier der äußeren Ringelung eine innere Unterteilung in Abschnitte entspricht. Aufgrund seiner Untersuchungen gelangte Webb zu der Überzeugung, daß der Anker den eigentlichen Hinterkörper (Metasoma) darstellt und daß die bisher als »Hinterkörper« angesehenen beiden Abschnitte vor und hinter dem Gürtel zum Mittelkörper (Mesosoma) gehören. Den bisher als »Mittelkörper« geltenden Körperteil bezeichnet Webb als keimdrüsenlosen Abschnitt, den früheren »Hinterkörper« als Keimdrüsenabschnitt.

Die Haut der Bartwürmer besteht aus einer hochzelligen, einschichtigen, drüsenreichen Deckschicht, die einen elastischen, zweischichtigen Überzug (Kutikula) absondert. Bewimpert sind nur die Innenseiten der Tentakel und der schon genannte Bauchstreifen am vordersten Abschnitt des Mittelkörpers. Die Zügel und die Plättchen der Papillen sind Hautverdickungen im Gegensatz zu den Borsten des Gürtels, die zusätzlich von der Deckschicht gebildet werden und das Überzugshäutchen durchbrechen. Nach innen wird die Deckschicht von einer unteren Lamelle (Basalmembran) begrenzt. Die glatte Muskulatur besteht aus zwei Schichten — einer äußeren feinen Ringmuskelschicht und einer etwas stärkeren Schicht von Längsmuskelfasern.

Der unpaare Hohlraum des Vorderkörpers ist sehr klein, reicht aber mit Blindschläuchen in jeden einzelnen Tentakel. Über zwei Gänge (Coelomodukte), die mit Wimpern versehen sind, mündet er auf der Rückenseite durch je eine etwas seitlich liegende Öffnung. Die Leibeshöhle des keimdrüsenlosen Abschnitts besitzt keine Öffnung. Der zweite Teil der mittleren Leibeshöhle ist ebenfalls paarig und mündet durch zwei rückenseitige Öffnungen; sie dienen als Geschlechtsöffnungen der weiblichen Tiere. Die Höhle des »Ankers«, also des neu gefundenen Abschnitts, ist durch Trennungswände (Dissepimente) auch innen gegliedert — entsprechend der äußeren Ringelung.

Da den Bartwürmern der Darm fehlt, dienen die Tentakel nicht nur dem Nahrungserwerb, sondern auch der Verdauung. Sie tragen an der Innenseite zahlreiche längere Fortsätze (Pinnulae), die aus je einer Zelle bestehen. Diese Fortsätze stehen frei in den Raum zwischen den Tentakeln hinein und wirken so ausgezeichnet als Reuse oder Sieb für Plankton und Sinkstoffe. Für den notwendigen Wasserstrom sorgen wimperbesetzte Zellen, die seitlich der Fortsätze an den Tentakeln sitzen. Damit wäre für den Nahrungserwerb gesorgt. Wie aber verdaut ein Bartwurm? Man untersuchte die Tentakel genauer; und Nørrevang fand 1965 mit Hilfe des Elektronenmikroskops, daß bei *Siboglinum ekmani* Teile der Deckschicht und die Zellen der Pinnulae elektronenmikroskopisch kleine Plasmafortsätze (Mikrovilli) aufweisen, wodurch eine für die Verdauung günstige Oberflächenvergrößerung erreicht wird. Aus ihnen setzt sich zum Beispiel im Dünndarm des Menschen der sogenannte »Bürstensaum« zusammen. Diese Fortsätze durchbrechen das an diesen Stellen feine Oberhäutchen (Kutikula) und nehmen die Nahrungsstoffe auf. Wie die Nahrung nun zerlegt wird — ob durch eigene Fermente oder durch Fermente von

Bakterien —, ist noch nicht klar; ebenso wissen wir nicht, ob die Zerlegung außerhalb oder innerhalb der Kutikula erfolgt.

Das Blutgefäßsystem der Bartwürmer ist geschlossen. Wir finden ein dickes Längsgefäß auf der Rückenseite und ein ebenso starkes auf der Bauchseite, das zum Teil mit Muskeln versehen ist. Im Vorderkörper bildet das Rückengefäß ein muskelreiches Herz. Bei ursprünglicheren Formen — wie den Angehörigen der Ordnung der Athecanephrien — liegt dem Herzen noch eine Herzblase (Pericard) auf. Vom Herzen zieht ein Gefäß nach vorn, das sich bald aufzweigt und in jeden Tentakel einen Ast, aber auch in die Tentakelfortsätze (Pinnulae) einen Ast abgibt. In den Fortsätzen erfolgt nun aufgrund der guten Wasserdurchströmung, der großen Oberfläche und der lebhaften Durchblutung der Gasaustausch, also die Atmung. Gleichzeitig werden auch die Nahrungsstoffe weggeführt. Die nach rückwärts laufenden Haargefäße der Tentakelfortsätze vereinigen sich zum abführenden Tentakelgefäß und die Tentakelgefäße zusammen zum Bauchgefäß; es bringt das rotgefärbte Blut zu den einzelnen Organen, besonders aber zu den Keimdrüsen. Von dort strömt das Blut in das rückenseitige Sammelgefäß zurück.

Die Ausscheidungsstoffe gehen allgemein vom Blut durch die Wand der Leibeshöhle in deren Hohlraum. Als besondere Ausscheidungsorgane wirken dabei die bewimperten Mündungsgänge (Coelomoducte) der vordersten Leibeshöhle, an die sich das bauchseitige Gefäß eng anlegt; bei der Ordnung der Athecanephrien wird die Berührungsfläche durch Faltenbildungen noch stark vergrößert. Dann gelangen die Ausscheidungen durch die Poren der Leibeshöhle nach außen.

Sinnesorgane scheinen den Bartwürmern zu fehlen. Ob das bauchseitige Wimperfeld eine Aufgabe in der Art eines »chemischen Sinnes« erfüllt, wie einige Forscher meinen, bleibt fraglich. Am Kopflappen gibt es einige Sinneszellen, die möglicherweise Licht wahrnehmen können. Das Nervensystem besteht wie bei allen Tieren mit fünfteiliger Leibeshöhle aus einem am Grunde der Deckschicht liegenden lockeren Nervennetz, das undeutlich ausgebildet, aber zu einigen Hauptzügen zusammengefaßt ist. Ein bauchseitig im Kopflappen liegendes Zentrum, dessen zwei Lappen eine Art Ring bilden, sendet seitlich zahlreiche Tentakelnerven aus. Nach hinten setzt sich dieses Nervenzentrum als breites Netz mit einem Paar zusammengefaßter Faserstränge fort, die dann zu einem Strang verschmelzen. Von Bedeutung sind zwei Nervenringe im keimdrüsenlosen Mittelkörper, die von der Bauchseite zur Rückenseite den Mittelkörper umgreifen (siehe Eichelwürmer und Flügelkiemer). Im Anker, also im nunmehrigen Hinterkörper, wurde kein Bauchnerv gefunden.

Die Bartwürmer sind getrenntgeschlechtlich und pflanzen sich nur auf geschlechtliche Weise fort. Der einzige Geschlechtsunterschied besteht in der verschiedenen Lage der männlichen und weiblichen Geschlechtsöffnungen. Die Eierstöcke liegen paarig außerhalb der Leibeshöhle, buchten diese aber in jenem Körperabschnitt, der vor dem Gürtel liegt, tief ein. Während ihrer Reifung wandern die Eier immer weiter nach hinten und fallen nach Zerreißen der Leibeshöhlenwand in den Leibeshöhlen-Mündungsgang, der gleichzeitig Eileiter ist; durch je eine seitlich liegende Öffnung (Genital- oder

Eichelwürmer:

1. *Balanoglossus clavigerus* (s. S. 418)
2. und 3. *Glossobalanus minutus* (s. S. 418)
4. *Saccoglossus kowalevskii* (vgl. S. 417)
5. *Saccoglossus mereshkovskyi* (vgl. S. 417)
6. *Harrimania kupfferi* (s. S. 417)





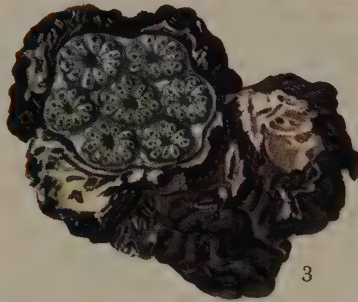
4



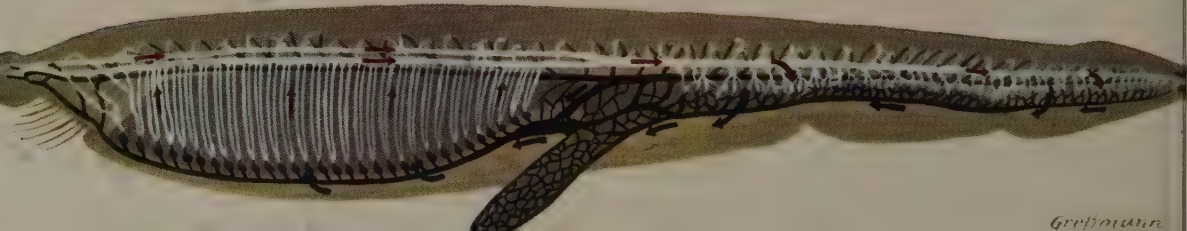
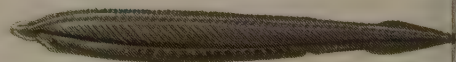
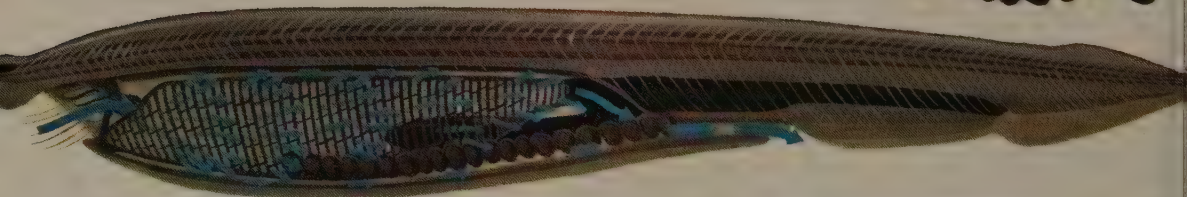
2

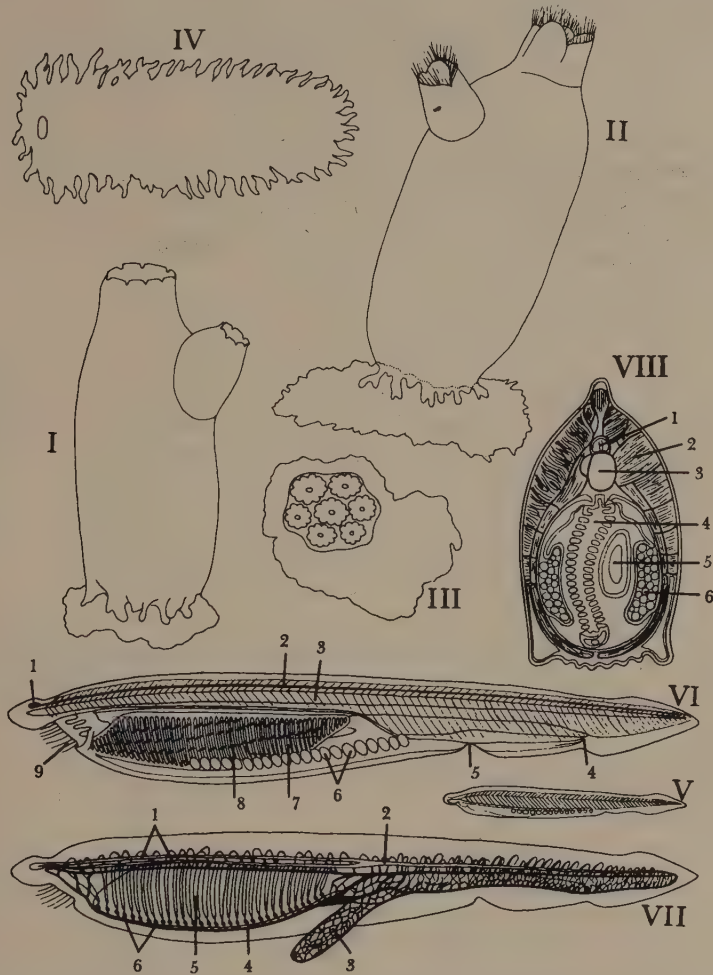


1



3





MANTELTIERE:

I. *Ciona intestinalis* (s. S. 444).

II. Rote Seescheide (*Halocynthia papillosa*, s. S. 444, Abb. S. 403 u. 449).

III. Sternaskidie (*Botryllus schlosseri*, s. S. 445, S. 455) auf einer Austernschale.

IV. Eine Feuerwalze (*Pyrosoma atlanticus*, s. S. 446).

SCHÄDELLOSE:

Gewöhnliches Lanzettfischchen (*Branchiostoma lanceolatum*, s. S. 457)

V. In natürlicher Größe.

VI. Anatomie (halbschematisch). Die blauen Pfeile geben die Richtung der Wasserströmung durch Mundöffnung, Kiemenkorb und Branchialporus an. 1 Hirnbläschen, 2 Rückenmark (Neuralrohr), 3 Rückensaite (Chorda dorsalis), 4 After, 5 Branchialporus, 6 Keimdrüsen, 7 Leber, 8 Kiemendarm, 9 Mundöffnung mit Zirren.

VII. Anatomie (halbschematisch). Blutkreislauf: arterieller Bereich hell, venöser Bereich dunkel. 1 Aortenwurzeln, 2 absteigende Aorta (Aorta descendens), 3 Leber, 4 Kiemenarterie, 5 Kiemengefäße, 6 Kiemenherzen.

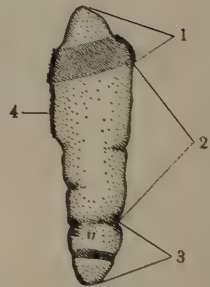
VIII. Querschnitt (schematisiert). 1 Rückenmark (Neuralrohr), 2 Rumpfmuskeln, 3 Rückensaite (Chorda dorsalis), 4 Kiemendarm, 5 Leber, 6 Keimdrüsen.

Coelomoporus) gelangen sie nach außen. Die männlichen Keimdrüsen liegen vorn — etwa bis zur Mitte des vor dem Gürtel befindlichen Abschnitts — und reichen bis zum Ende des sich anschließenden Körperabschnitts. Die Samenleiter münden über die ersten Papillen des vordersten Abschnitts, ohne mit der Leibeshöhle in Verbindung zu treten. Im letzten Teil des Samenleiters werden die Samen mit Samenträgern (Spermatophoren; Größe bis zu 2,5 mm) versehen, deren Aussehen für die einzelnen Formen der Bartwürmer kennzeichnend ist. Die Eier bleiben in der Röhre der Mutter und werden dort befruchtet. Wie der Samen in die mütterliche Röhre gelangt, ist nicht bekannt, doch wird eine Übertragung durch die Tentakel für möglich gehalten.

Die — direkte — Entwicklung ist bisher nur teilweise erforscht. Meist sind die dotterreichen Eier kugelförmig bis oval; ein Gelege von *Siboglinum caulleryi* umfaßt zehn bis dreißig Eier. Ihre Furchung ist total und fast gleichmäßig. Ein Urdarm wird zwar angelegt, besitzt aber nie einen Hohlraum. Vom Vorderende dieser Masse trennen sich Zellen und bilden durch rasche Teilung die Leibeshöhle des Vorderkörpers. Ähnlich gliedert sich die Leibeshöhle des Hinter- und Mittelkörpers in Form von je zwei seitlichen Taschen ab. Später bilden sich an den Körperenden Wimpergürtel; zwei Furchen gliedern die Larve in drei Teile — sie hat dann große Ähnlichkeit mit Larven von Eichelwürmern. Zusätzlich bildet die Larve Borsten, die ähnlich wie die der Ringelwürmer (s. Band I) aussehen, jedoch anders entstanden sind. Die Wimperbänder und Wimperborsten der Larve verschwinden wieder beim erwachsenen Tier — mit Ausnahme jenes unteren Wimperfeldes, das bei den Larven zur gleitenden Fortbewegungsweise dient. Am Hinterkörper der Larve tritt eine Eindellung auf, die auch am Anker des erwachsenen Tieres noch zu sehen ist.

Oft sind die unverzweigten Röhren der Bartwürmer viel länger als die Tiere selbst; dadurch kann ein Bartwurm in den Röhren auf- und absteigen. Die Röhren sind meist zart und geringelt, seltener steif; im letzteren Fall sehen sie dann wie ineinandergesteckte Trichter aus. Sie liegen in den feinen Ablagerungen der Oberfläche des Meeresgrundes vergraben; nur der oberste Teil der Röhre scheint bei vielen Bartwürmern aufrecht herauszuragen — zumindest nimmt man das an, weil bei vielen Röhren der oberste Teil mit Aufwuchs versehen war. Gebildet werden die Röhren aus den schon erwähnten Absonderungen der kolbenförmigen Drüsen im keimdrüsenlosen Abschnitt des Mittelkörpers. Bei *Siboglinum* und *Zenkevitchiana* besteht die Röhre aus Eiweißstoffen und Chitin. Die Ringe der Röhren sind bei manchen Arten abwechselnd dunkel und hell getönt.

Die Bartwürmer besiedeln Schlammböden mittlerer und tiefster Meerestiefen bis 9900 Meter und kommen manchmal in Massen vor. Sie scheinen weltweit verbreitet zu sein; besonders artenreich ist das Ochotskische Meer, das Beringmeer, der Kurilengraben und der Neupommerngraben. Mehr als die Hälfte der Arten lebt zwischen dreitausend und achttausend Meter Tiefe. Weitere Fundorte liegen im Nordatlantik, um Grönland, in norwegischen Fjorden und im Skagerrak.



Larve der Gattung *Siboglinum*: 1 Vorderkörper, 2 Mittelkörper, 3 Anker, 4 bauchseitiges Wimperband.

Vorkommen

Siebzehntes Kapitel

Die Chordatiere

Stamm Chordatiere
von O. Kraus

Der Stamm der RÜCKGRAT- oder CHORDATIERE (Chordata) ist die vielleicht bedeutendste Entwicklungslinie des ganzen Tierreiches: Aus ihr ist ja mit den anderen Wirbeltieren der Mensch hervorgegangen, der das Antlitz der Erde so tiefgreifend verändert hat und noch verändert. Wie vielgestaltig die Chordatiere sind, erkennt man schon daran, daß diese große Gruppe nicht nur alle Wirbeltiere (Unterstamm Vertebrata), sondern auch noch die ausschließlich im Meere lebenden Lanzettfischchen (Unterstamm Acrania) und Manteltiere (Unterstamm Tunicata) umfaßt. Vielleicht müssen sogar noch einige weitere Gruppen in den Kreis der Chordatiere einbezogen werden (s. S. 433).

In Anbetracht dieser Vielgestaltigkeit ist es unmöglich, die Chordatiere nach allgemeinen äußeren Merkmalen zu kennzeichnen. Zarte glashelle Meerestiere wie die zu den Manteltieren gehörenden Appendicularien zählen ebenso zu diesem Stamm wie Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere. Allein die Körpergröße schwankt von einem Millimeter wie bei manchen Manteltieren bis zu einer Gesamtlänge von rund dreißig Metern beim Blauwal. Die den Chordatieren gemeinsamen Merkmale sind anatomischer und entwicklungsgeschichtlicher Art. Sie betreffen den grundsätzlichen Bauplan.

Der Körper der Chordatiere ist stets zweiseitig-(bilateral-)symmetrisch. Stützorgane nicht von der äußeren Körperbedeckung (Epidermis) gebildet; statt dessen Ausformung eines Innenskeletts. Sekundäre Leibeshöhle (Coelom) stets entwickelt, bei den Manteltieren infolge Rückbildung jedoch nur als Herzbeutel (Pericard) erhalten. Diese Besonderheiten und ebenso die Art der Keimlingsentwicklung weisen die Chordatiere zunächst nur als Vertreter der »Neumünder« (Großgruppe Deuterostomia; s. S. 270) aus. Es kommen jedoch weitere gemeinsame Merkmale hinzu, die belegen, daß die Chordatiere innerhalb der Neumünder eine eigene Verwandtschaftsgruppe bilden.

Zumindest im Keimlingszustand oder als Larven stimmen alle Chordatiere in folgenden Eigentümlichkeiten überein: Ausbildung eines den Körper in Längsrichtung durchziehenden stabförmigen Stützorgans, der »Rückensaite« oder Chorda dorsalis; die wissenschaftliche Gruppenbezeichnung Chordata weist auf diese so kennzeichnende Bildung hin. Nervenzentrum ist ein stets oberhalb der Chorda gelegenes Rückenmark, im ursprünglichen Zustand röhrenförmig und langgestreckt, deshalb auch oft als »Neuralrohr«

bezeichnet. Das aus Zellen der Urdarmwand entstandene mittlere Keimblatt (Mesoblast) ist paarig; zu beiden Seiten des Darmes verläuft je ein Längsstreifen, aus dem später Muskulatur, Leibeshöhle und verschiedene Organsysteme hervorgehen.

Vergleicht man die Ernährungsweise der einzelnen Teilgruppen dieses Tierstammes, dann fällt eine weitere Gemeinsamkeit auf: Manteltiere und Lanzettfischchen nehmen ausschließlich Klein- und Kleinstlebewesen auf (sie sind mikrophag). Das trifft aber auch für die ursprünglichsten Wirbeltiere zu. Die aus dem tiefen Erdaltertum bekannten kieferlosen Fische (Ostracodermata; s. Band IV, S. 40) waren gleichfalls mikrophag, wie durch die Untersuchungen von Stensiö belegt werden konnte. Mit den Rundmäulern (Klasse Cyclostomata; s. Band IV, S. 30 f.) sind die Kieferlosen bis in die Erdgegenwart erhalten geblieben; diese neuzeitlichen Vertreter sind zwar Räuber oder Aasverzehrer, aber ihre Larven — besonders die »Ammocoeteslarven« der Neunaugen — zeigen »noch« die alte mikrophage Ernährungsweise. Somit kommt allen Chordatieren die gleiche ursprüngliche Art des Nahrungserwerbs zu; allein bei den Wirbeltieren hat sie die mannigfaltigsten Abwandlungen erfahren.

Kleinlebewesen können größeren Tieren nur dann als Nahrungsgrundlage dienen, wenn sie auch in entsprechenden großen Mengen erlangt werden. Man darf demnach erwarten, daß bei den Chordatieren geeignete Abfang- oder Filtriereinrichtungen ausgebildet worden sind. Dies ist in der Tat der Fall — ja, mehr noch: Das entsprechende Organ stimmt bei Manteltieren, Lanzettfischchen und Wirbeltieren im Prinzip überein. In allen Fällen ist der Vorderdarm von seitlichen Öffnungen durchsetzt, die mit der Außenwelt — also mit dem das Tier umgebenden Wasser — in Verbindung stehen. Diese gemeinsame Bildung wird sehr treffend als »Kiemendarm« bezeichnet. Das durch den Mund aufgenommene Wasser verläßt diesen Abschnitt durch die erwähnten Spalten. Bei diesem Vorgang werden Nahrungsteilchen, die im Wasser schweben, zurückgehalten; zugleich aber steht der Kiemendarm auch im Dienst des Gasaustauschs, also der Atmung. Nur bei den Wirbeltieren hat dieser Aufbau einschneidende Abwandlungen erfahren. Im Kiemensapparat der Fische können wir die ursprüngliche Bauweise noch ohne Schwierigkeiten erkennen; für die höheren Wirbeltiere und damit auch für den Menschen zeigt uns nur noch die Entwicklungsgeschichte, daß Teile des Zungen- und Kehlkopfapparates auf Abschnitte des ursprünglichen Kiemendarmes zurückzuführen sind.

Noch eine auf den ersten Blick merkwürdig anmutende Besonderheit der Chordatiere läßt sich wenigstens teilweise mit der ursprünglich mikrophagen Ernährungsweise in Verbindung bringen: die anfänglich geringe Neigung zur Kopf- und damit Gehirnbildung. Beispiele aus anderen Tierstämmen zeigen, daß ein Lebewesen, das seine Nahrung durch Filtrieren gewinnt, offenbar ohne ein solches Zentrum am vorderen Körperpol auskommt. Wir sehen das unter anderem bei den Muscheln. Aber auch den Lanzettfischchen fehlt ein eigentlicher Kopfabschnitt mit einem Gehirn und größeren Sinnesorganen. Kaum anders liegen die Verhältnisse bei den Manteltieren, bei denen lediglich die Larven die Andeutung eines Kopfes erkennen lassen. Nur



Vergleich der Lagebeziehungen von Rückensaite, Muskeln (Axialmuskulatur) und Branchialraum (beziehungsweise Verdauungstrakt) bei einer Tonnensalpenlarve und einem Knorpelfisch (Hai).

bei den Wirbeltieren, die frühzeitig im Laufe ihrer Stammesgeschichte den Nahrungserwerb durch Filtrieren aufgegeben haben, ist ein besonderer Kopfabschnitt zustande gekommen, der schließlich bei den höheren Wirbeltieren die höchste Ausbildung erreicht hat.

Unterstämme
Manteltiere,
Lanzettfischchen
und Wirbeltiere

Wir unterscheiden drei »sichere« Gruppen von Chordatieren: die Unterstämme der Manteltiere, Lanzettfischchen und Wirbeltiere. Bestimmte Besonderheiten ihres Bauplans und ihrer Entwicklungsgeschichte treten aber auch noch bei einigen anderen Tiergruppen auf. Hier besteht die Möglichkeit oder sogar der Verdacht, daß es sich gleichfalls um echte Chordatiere handeln könnte. Im besonderen Maße trifft dies für die Eichelwürmer (*Enteropeustea*; s. S. 412) zu. Bei ihnen finden wir gleichfalls einen von Kiemenpalten durchbrochenen Vorderdarm, ein Zentralnervensystem, das nach seinem Bau und seiner Entwicklungsgeschichte dem Rückenmark der Chordatiere gleicht, und schließlich im vordersten Körperabschnitt ein Gebilde, das von manchen Autoren mit einer Chorda verglichen wird. Trotz dieser auf den ersten Blick bestechenden Beweisgründe ist aber noch nicht endgültig entschieden, ob die Eichelwürmer tatsächlich zu den Chordatieren gehören. Sollte sich das jedoch eines Tages erweisen, dann müßte man zugleich auch prüfen, inwieweit die mit den Eichelwürmern verwandten Flügelkiemer (*Pterobranchia*; s. S. 418) in den Kreis der Chordatiere einzubeziehen sind. Auch die erst im Jahre 1937 als eigene Gruppe erkannten Bartwürmer (*Pogonophora*; s. S. 422) werden von einigen Fachleuten zu den Chordatieren gezählt. Eine sichere Entscheidung dieser Frage kann zur Zeit noch nicht getroffen werden.

Es gibt demnach allein schon bei der Umgrenzung des Begriffs »Chordatiere« noch manche Unsicherheiten. Deshalb ist es nicht verwunderlich, wenn eindeutige Aussagen über den Ursprung der Chordatiere und ihrer Teilgruppen noch immer nicht möglich sind und vielleicht auch nie möglich sein werden. Hier sind wiederholt — zuletzt durch Gutmann — überaus geistreiche Theorien entwickelt worden, die sich jedoch ausschließlich auf Ergebnisse der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte stützen müssen. Fossile Belege stehen nicht zur Verfügung und sind auch nicht zu erwarten; denn da den Ur-Chordatieren die Hartteile fehlten, waren sie mit Sicherheit nicht erhaltungsfähig. Ohnehin muß sich die Stammgruppe der Chordatiere zu einer Zeit herausgebildet haben, die noch weit vor der frühesten uns bekannten Überlieferung tierlichen Lebens liegt.

Im Laufe ihrer stammesgeschichtlichen Entfaltung, deren Dauer viele Hunderte von Jahrmillionen umfaßt, waren unter den Chordatieren allein die Wirbeltiere in der Lage, praktisch sämtliche Lebensräume zu erobern. Alle anderen Gruppen dieses Stammes sind trotz dieser unendlich langen »Laufzeit« auf das Meer als Lebensraum beschränkt geblieben.

Achtzehntes Kapitel

Die Manteltiere und die Schädellosen

Niemand würde beim Anblick eines Manteltieres ohne weiteres auf den Gedanken kommen, daß es sich hier um ein Chordatier und somit um einen nahen Verwandten der Wirbeltiere handeln könnte. Dementsprechend blieb die Einordnung dieser seit alter Zeit wohlbekannten Geschöpfe in das Zoologische System lange zweifelhaft. Erst im Jahre 1866 konnte der bedeutende russische Zoologe Alexander Kowalewskij beweisen, daß die MANTELTIERE (Unterstamm Tunicata) zu den Chordaten gehören. In vieler Hinsicht wirken die Manteltiere abgeleitet, ja sogar hochspezialisiert, zugleich aber auch in anderen Eigenschaften vereinfacht. Diese Vereinfachungen haben unter anderem auch zur Rückbildung einiger für Chordatiere kennzeichnender Besonderheiten geführt. Die tatsächliche stammesgeschichtliche Beziehung der Manteltiere zu den anderen Chordatieren wird am deutlichsten erkennbar, wenn man die Entwicklungsgeschichte und den Bauplan der Larven berücksichtigt.

Manteltiere sind teils zeitlebens frei schwimmende, teils im fertig entwickelten Zustand festsitzende Chordatiere. Chorda beim fertig entwickelten Tier nur selten erhalten, vielfach — wie der ganze hintere Körperabschnitt — rückgebildet. GL bei koloniebildenden Arten 0,5–2 mm, bei einzeln lebenden Seescheiden Höhe bis etwa 33 cm. Gestalt sack- oder tonnenförmig, nur bei einer Gruppe (Appendicularien) wird der Schwanzanhang der Larven zeitlebens beibehalten. Körper von einer dicken Ausscheidung der Außenhaut, dem »Mantel«, umhüllt. Größter Teil des Tieres wird von dem mächtig entwickelten Kiemendarm eingenommen; er dient sowohl der filtrierenden Nahrungsaufnahme als auch dem Gasaustausch (Atmung). Manteltiere sind Zwitter. Drei Klassen: 1. Seescheiden (Ascidia; s. S. 440), im fertig entwickelten Zustand festsitzend, 2. Salpen (Thaliacea; s. S. 445), frei schwimmende Hochseetiere, 3. Appendicularien (Appendicularia; s. S. 451), gleichfalls frei schwimmende Tiere der Hochsee.

Die eigentümliche Umhüllung des Körpers hat den Manteltieren zu ihrem Namen verholfen. Sie ist in einigen Fällen gallertartig, in anderen dagegen ziemlich fest, ja sogar lederig-zäh. Da es sich bei dem »Mantel« um eine Ausscheidung der einschichtigen Oberhaut, also der Oberfläche des Körpers, handelt, könnte man versucht sein, hier von einer Überzugsschicht der Oberhautzellen (Kutikula) zu sprechen. Der feinere Aufbau dieser Bildung zeigt jedoch, daß es sich nicht etwa um tote Substanz, sondern um lebendes

Unterstamm
Manteltiere
von O. Kraus

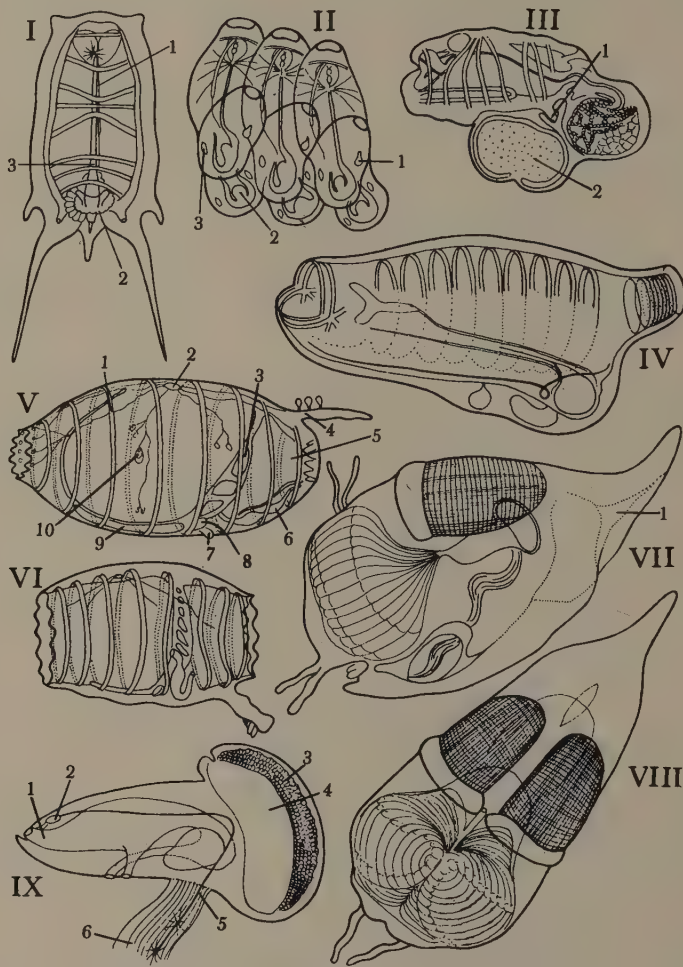
Zoologische
Stichworte

Gewebe handelt. Die Grundmasse besteht aus organischen und anorganischen stickstoffhaltigen Verbindungen und vor allem aus Tunicin; bei Seescheiden der Gattung *Ciona* macht dieser Stoff rund sechzig vom Hundert der Trockensubstanz aus. Man kann ihn gleichsam als »tierliche Zellulose« bezeichnen; unter allen vielzelligen Tieren haben allein die Manteltiere diesen im Pflanzenreich so weit verbreiteten Stoff ausgebildet. In die Grundmasse des Mantels sind lebende Zellen eingelagert, die aus tieferen Körperschichten eingewandert sind; sogar Tast- und Nervenzellen wurden nachgewiesen. Bei manchen Formen treten Farbstoffe und Kalkkörperchen hinzu. Das Ganze ist bei den Seescheiden zusätzlich noch von einem verzweigten Gefäßsystem durchzogen. Der Mantel hat nicht nur die Aufgabe, die Tiere zu schützen, infolge seiner eigenen Elastizität wirkt er vielfach als Gegenstück (Antagonist) zur Rumpfmuskulatur.

Am Vorderende des Körpers liegt eine weite Mundöffnung, die in eine kurze Mundhöhle führt. Sie geht unmittelbar in den Kiemendarm über, der als bei weitem umfangreichstes Organ der Manteltiere besonders auffällt (Abb. 1, S. 428). Entsprechend dem Bauplan des Kiemendarmes bei allen Chordatieren sind auch bei den Manteltieren seitliche Spalten ausgebildet, über die das Innere dieses Abschnittes mit dem umgebenden Wasser in Verbindung steht. Bei einigen Formen ist nur eine einzige derartige Spalte vorhanden, so bei den Appendicularien und bei manchen Salpen (Abb. 4, S. 437); bei anderen ist die Zahl der hintereinanderliegenden Kiemenspalten ziemlich groß, vor allem bei den Seescheiden (Abb. 8, S. 437). Hier ist es innerhalb der einzelnen Spalten zur Ausbildung von Querbrücken gekommen, so daß ein gitterartiger »Kiemenkorb« gebildet wird. Durch den Wimperschlag der mit Flimmern versehenen obersten Zellschicht (des Flimmerepithels) der Kiemenspalten, bei manchen Formen auch noch zusätzlich durch Muskelarbeit, wird eine Strömung erzeugt, bei der das Wasser durch die Mundöffnung in den Kiemendarm eintritt und ihn über die durchbrochene Wandung wieder verläßt.

Kiemenkorb

Besondere Einrichtungen dienen nicht nur dazu, im Wasser schwebende Kleinstlebewesen abzuseihen; sie bewirken auch die Weiterleitung der Nahrung in anschließende verdauende Darmabschnitte. Ein bewimpertes Drüsenorgan, das Endostyl (= Hypobranchialrinne), erzeugt hierzu Schleim; dieses Organ erstreckt sich als schmales Längsband über die ganze Bauchseite des Kiemendarmes. In entsprechender Weise ist auch bei den Lanzettfischchen eine Hypobranchialrinne ausgebildet (s. S. 454). Der abgeschiedene Schleim gleicht einem endlosen Band; seine Dicke beträgt bei Seescheiden nur ein Mikrometer, also nur ein millionstel Meter. Er wird jederseits über die Wandung des Kiemendarmes hinweg zur Rückenseite hin geflimmert. Damit werden zugleich die Nahrungsteilchen, die aus dem durchströmenden Wasser hinausgefiltert wurden, zur Mitte der Rückenseite des Kiemendarmes gebracht. Hier befindet sich gegenüber der Hypobranchialrinne gleichfalls ein Längsorgan, das als Epibranchialrinne bezeichnet wird. Dieses bewimperte Gebilde formt den nahrungshaltigen Schleim zu einem wurstartigen Strang, der den anschließenden Darmabschnitten zugeführt wird. Je nach dem Grad der verschiedenen Formen, am deutlichsten bei den Seescheiden, lassen sich



SALPEN:

Thalia democratica (s. S. 445)

I. Amme (Oozoid), 1 Hypobranchialrinne, 2 Kette (Stolo), 3 Kiemenbalken.

II. Endstück einer jungen Salpenkette (Stolo). 1 Eierstock (Ovar), 2 Eingeweideknäuel (Nucleus) mit Hoden, 3 Herz.

III. Heranwachsender Keimling (Oozoid). 1 Kette (Stolo), 2 mutterkuchen-(placenta-)artiges Organ.

IV. *Salpa maxima* (s. S. 446), Amme (Oozoid).

V. *Doliolum rarum* (eine Tonnensalpe), Amme (Oozoid, s. S. 448). 1 Ringmuskeln, 2 Nervenmasse (Ganglion), 3 Kiemenspalte, 4 Rückenfortsatz mit ersten Knospen, 5 Kloake (Peribranchialraum), 6 Darm, 7 Kette (Stolo), 8 Herz, 9 Hypobranchialrinne, 10 Schweresinnesorgan (Statozyste).

VI. *Doliolum muelleri* (s. S. 451; eine Tonnensalpe), Pflege-tier (freies Phorozoid).

GESCHWÄNZTE SCHWIMM-MANTELTIERE:

Oikopleura albicans (s. S. 453)

VII. Tier mit Gehäuse (Seitenansicht). 1 Fluchtpforte.

VIII. Verlassenes Gehäuse (von oben gesehen).

IX. Tier ohne Gehäuse, vom Ruderschwanz ist das Anfangsteil (basale) abgebildet. 1 Mund, 2 Nervenmasse (Ganglion), 3 Eierstock (Ovar), 4 Hoden, 5 Nervenstrang, 6 Muskeln.

Die blauen Pfeile geben die Richtung der Wasserströmung an.





Mit Seegurken verwechselt man leicht *Phallusia mamillata*. Sie zählt jedoch zu den Seescheiden (s. S. 440)

hierbei ein Schlund, ein Magen mit Verdauungsdrüse, ein Mitteldarm und ein Enddarm unterscheiden.

Das Kreislaufsystem und vor allem das Herz der Manteltiere zeigen Besonderheiten, die wegen ihrer Einzigartigkeit immer wieder das Interesse der Zoologen beansprucht haben. Von Blutgefäßen kann bei den Manteltieren kaum die Rede sein; denn das Blut wird – von einigen Blutbahnen abgesehen – durch Gewebslücken fortbewegt. Die Blutflüssigkeit enthält Blutkörperchen, die infolge roter, grüner, brauner oder auch weißer Inhaltsstoffe ein farbenprächtiges Bild bieten. In der Blutflüssigkeit oder auch in bestimmten Blutzellen ist merkwürdigerweise das Element Vanadium angereichert. Es hat jedoch – im Gegensatz zu dem im Wirbeltierblut vorhandenen Eisen – keine Bedeutung für den Sauerstofftransport. Das meist schlauchförmige Herz liegt auf der Bauchseite hinter dem Kiemendarm. Es ist in einen Herzbeutel (Pericard) eingebettet, der als Rest der bei den Manteltieren sonst nicht mehr erkennbar ausgebildeten sekundären Leibeshöhle (Coelom) zu gelten hat. Zusammenziehungswellen, die von einem Ende des Herzens zum anderen hin verlaufen, bewirken die pumpende Fortbewegung des Blutes. Dabei wird die Schubwirkung von Zeit zu Zeit umgekehrt – ein im ganzen Tierreich einmaliger Fall. Diese Umkehr der Schlagrichtung wird vom Herzen selbst gesteuert. Nach Beobachtungen an Seescheiden verlangsamt sich nach einigen Minuten, das heißt nach etwa hundert Schlägen, die Herztätigkeit allmählich; sie kommt schließlich ganz zum Stillstand. Dann beginnt das Herz in der Gegenrichtung erneut zu schlagen, bis sich der gleiche Vorgang entsprechend wiederholt.

Das Nervensystem der fertig entwickelten Manteltiere wirkt rückgebildet, am meisten bei den festsitzenden Seescheiden; hier liegt oberhalb des Kiemendarmes eine längliche Nervenmasse, von der einige Nerven ausgehen. Im Bereich dieses Gehirnganglions ist bei frei schwimmenden Formen zu meist ein Schweresinnesorgan (eine Statocyste) ausgebildet; bei den Salpen ist auch ein einfaches Auge vorhanden.

Praktisch alle Manteltiere sind in geschlechtsreifem Zustand Zwitter; dabei reifen aber die männlichen und weiblichen Geschlechtsprodukte desselben Tieres oft zu verschiedener Zeit (s. die einzelnen Gruppen). Aus den Eiern gehen Larven hervor, die in ihrer Gestalt einer Kaulquappe ähneln (Abb. S. 432). Ihr Schwanzabschnitt enthält eine Chorda dorsalis. Darüber liegt – ganz im Sinne des Chordaten-Bauplanes – ein Rückenmark (Neuralrohr), das sich bis in den Vorderkörper erstreckt und hier zu einer Gehirnblase (teils mit Statocyste und Augenfleck) erweitert ist. Bereits nach kurzer Zeit erfolgt die Umwandlung in das fertig entwickelte Tier. Hierbei behalten nur die Appendicularien den Schwanz zeitlebens bei; bei allen anderen Gruppen wird er entweder rückgebildet, wie bei den Seescheiden, oder er war bereits bei den Larven nicht mehr vorhanden (Salpen). Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung ist auch ungeschlechtliche Vermehrung weit verbreitet; häufig führt sie zur Bildung ganzer Tierstöcke oder Kolonien. Bei den Salpen besteht ein regelmäßiger Generationswechsel (Metagenesis).

So sicher die Manteltiere dem Stamm der Chordatiere angehören, so unge wiß ist ihr Ursprung und ihre stammesgeschichtliche Stellung innerhalb die-

ses Verwandtschaftsbereichs. Manche Forscher nehmen heute noch an, daß die festsitzenden Formen als die ursprünglicheren zu gelten hätten; aber das ist wenig wahrscheinlich. Die Entwicklungsgeschichte zeigt uns ja, daß stets frei schwimmende Larven auftreten, aus denen dann erst durch entsprechende »Umbauten« (Metamorphose) festsitzende Formen hervorgehen. Bei den Sonderbildungen von festsitzenden Manteltieren kann es sich demnach nur um abgeleitete Eigenschaften handeln. Hierfür spricht auch der Bauplan der Appendicularien, bei denen der mit Chorda dorsalis und Nervenstrang versehene Schwanzabschnitt noch bei erwachsenen Tieren vorhanden ist.

Seit neuerer Zeit stützt ein beachtenswerter Gesichtspunkt die Annahme, daß es sich bei den Manteltieren sehr wohl um abgeleitete, aber sekundär vereinfachte Chordatiere handeln dürfte. Im Jahre 1965 verglich Rendel für verschiedene Großgruppen des Tierreichs die Unterschiede des DNS-Gehalts (DNS = Desoxyribonucleinsäure) der Zellkerne, also deren unterschiedlichen Gehalt an genetischem Material. Er stellte von den Schwämmen und Hohltieren bis hin zur Organisationshöhe der Wirbeltiere eine allgemein ansteigende Tendenz des DNS-Gehalts fest. Nur die Manteltiere fallen hier ganz aus dem Rahmen: Obgleich es sich um Chordatiere handelt, liegt ihr DNS-Gehalt und damit die zur Festlegung (d. h. Kodifizierung) ihrer Eigenschaften notwendige Menge an genetischer Substanz nur in der Größenordnung, die den für Hohltiere (Coelenteraten; s. Band I) ermittelten Werten entspricht. Dies läßt sich nicht anders als durch einen stammesgeschichtlichen »Rückschritt« erklären.

Im Gegensatz zu den ausschließlich frei schwimmenden Appendicularien und Salpen sind die SEESCHNEIDEN oder ASCIDIEN (Klasse Ascidia) festsitzend, wenn auch nur im fertig entwickelten Zustand. Diese mit rund zweitausend Arten bei weitem formenreichste Gruppe der Manteltiere schließt zugleich auch ihre bekanntesten Vertreter ein; denn Seescheiden werden in den Aquarien, so zum Beispiel in denen der meeresbiologischen Stationen, ziemlich regelmäßig gezeigt.

Klasse
Seescheiden

Die wichtigsten Merkmale der Seescheiden stehen in enger Beziehung zu ihrer sesshaften Lebensweise. Gestalt mehr oder weniger plump, sack- oder knollenförmig, Ein- und Ausführöffnung einander genähert, sehr selten fast gegenüberliegend. Kiemendarm jederseits von einem Hohlraum (Peribranchialraum) umgeben. Chorda völlig rückgebildet, bei Larven jedoch noch vorhanden. Mantel oft dick, gallertartig, knorpelig oder lederig. Teils einzeln lebend, vielfach aber auch durch Knospung in Gruppen oder Kolonien.

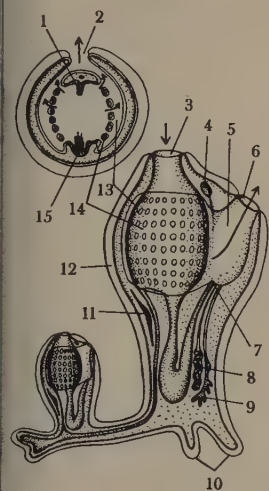
Früher teilte man diese Tierklasse in drei Gruppen ein: 1. einzeln lebende Seescheiden (Monascidien); 2. soziale Formen, deren Einzeltiere durch Ausläufer miteinander in Verbindung stehen; 3. Synascidien, bei denen durch Knospung enggedrängte »Systeme« von Tieren entstehen. Doch diese alte Einteilung hat sich als künstlich erwiesen. Die heutige Gruppierung stützt sich auf anatomische Unterschiede, vor allem auf den Feinbau des Kiemendarmes und die Lage der Keimdrüsen. Danach zeichnen sich zwei größere Einheiten ab, die man als Ordnungen werten kann: 1. Ordnung Enterozona (s. S. 444); Keimdrüsen unpaar, in oder hinter der Darmschleife, 2. Ordnung Pleurozona (s. S. 444); Keimdrüsen paarig, jederseits an der Körperwand.

Viele Arten von Seescheiden fallen durch ihre prächtige Färbung besonders auf. Wir finden bei ihnen gelbe, orangefarbene, rote, blaue und grüne Tönungen. Sie beruhen auf dem Vorkommen von Farbstoffzellen, die sowohl im Mantel als auch in tieferen Geweben liegen können. Andere Seescheiden sind milchig-trüb oder auch mehr oder weniger glasig-durchsichtig. Die Oberfläche des Mantels ist bei einem Teil der Arten schlüpfrig-glatt, bei anderen verhältnismäßig fest und lederig; sie kann beulenartige Buckel tragen, runzelige Falten aufweisen und sogar Stacheln und haarartige Fortsätze zeigen. Solche Bildungen erleichtern das Anheften von irgendwelchen Fremdkörpern oder auch das Festsetzen anderer Lebewesen; dadurch können Seescheiden eine hervorragende Tarnung erfahren. An der dem Boden zugekehrten Körperstelle der Tiere treten vielfach wurzelartige Fortsätze des Mantels auf, die der Verankerung dienen.

Die quergestreifte Muskulatur ist verhältnismäßig schwach entwickelt. Unter der äußeren Körperbedeckung liegt zunächst eine Längsmuskelschicht und unter ihr eine Ringmuskelschicht. In Wechselwirkung mit der Fähigkeit des Mantels, eine durch Muskelzug bewirkte Formveränderung wieder rückgängig zu machen, ist es den Seescheiden somit möglich, die Gestalt ihres Körpers innerhalb gewisser Grenzen zu verändern; sie können sich zusammenziehen oder auch einseitig neigen. Die beiden Körperöffnungen sind mit einer eigenen Muskulatur versehen, die das Öffnen, Schließen und sogar Einziehen dieser Gebilde ermöglicht. Bei den koloniebildenden Formen treten allerdings meist nur noch einige Längsmuskelzüge und Schließmuskeln für die Körperöffnungen auf.

Die Ernährungsweise entspricht dem bereits allgemein für die Chordatiere geschilderten Prinzip. Sie zeigt jedoch Spezialisierungen. Eine meist kurze Einstromöffnung (Ingestionsöffnung oder Branchialsiphon) ragt schornsteinförmig auf; sie ist am Rande oft gelappt oder anderweitig zerteilt [Abb. 1, S. 428], bei *Halocynthia papillosa* (Abb. S. 403, 449) sogar mit borstenartigen Gebilden besetzt. Da diese Bildungen bei den einzelnen Arten recht unterschiedlich ausgeformt sind, spielen sie eine wichtige Rolle in der Systematik. Die innere Auskleidung der Einstromöffnung gehört ihrer Herkunft nach noch zur äußeren Körperbedeckung; an der Grenze zu dem aus dem inneren Keimblatt entstandenen (entoblastischen) Kiemendarm liegt ein ringförmiger »Fühlerkranz« (Tentakelkranz), der wohl die Aufgabe hat, das Eindringen größerer Fremdkörper zu verhindern. Der Kiemendarm selbst nimmt den allergrößten Teil des Körpers ein. Seine Wandung ist von vielen, oft sogar überaus zahlreichen Spalten durchsetzt, die ringförmig in hintereinanderliegenden Reihen angeordnet sind. Da bei den verschiedenen Gattungen und Arten bemerkenswerte Unterschiede in der Gestalt und Anordnung dieser Öffnungen bestehen, ist für die Bestimmung der Seescheiden vielfach eine genauere Untersuchung des Feinbaus des Kiemendarmes erforderlich.

Das aus den Spalten des Kiemendarmes austretende Wasser gelangt nicht unmittelbar ins Freie, sondern zunächst in paarige Hohlräume (Peribranchialräume), die den Kiemendarm jeweils seitlich umgreifen. An der Rückenseite der Seescheiden vereinigen sich diese Peribranchialräume zu einem einheitlichen Hohlraum, der in eine Ausströmöffnung (Egestionsöffnung) übergeht.



Anatomie einer Seescheide (*Clavelina*): 1 Epibranchialrinne, 2 Ausströmöffnung, 3 Einstromöffnung, 4 Nervenmasse (Ganglion), 5 Kloake, 6 Ausströmöffnung, 7 After, 8 Eierstock (Ovarium), 9 Hoden, 10 Ausläufer (Stolonen), 11 Herz, 12 Mantel, 13 Peribranchialraum, 14 Kiemendarm, 15 Hypobranchialrinne (s. S. 440).

Meist sind Einström- und Ausströmöffnung ähnlich gestaltet. Man kann sie jedoch sehr leicht voneinander unterscheiden, denn die Einströmöffnung ist stets endständig, befindet sich also am oberen Pol des Tieres, während ihr die Ausströmöffnung zwar – von einigen Ausnahmen abgesehen – genähert ist, aber stets seitlich liegt. Der einheitliche Endabschnitt des Peribranchialraumes nimmt nicht nur das abfließende Wasser auf; in ihn mündet auch der Enddarm ein, und die Ausführgänge der Keimdrüsen führen gleichfalls in diesen Hohlraum. Er wird deshalb auch als »Kloake« bezeichnet. Eine Abwandlung dieses Grundschemas finden wir bei koloniebildenden Seescheiden, die um einen gemeinsamen Kloakenraum und somit auch um eine gemeinsame Ausströmöffnung gruppiert sind.

Die Verdauung erfolgt in denjenigen Darmabschnitten, die sich dem Kiemendarm anschließen, vor allem im mehr oder weniger sackförmigen, häufig mit Blindsäcken versehenen Magen. Eine besondere Verdauungsdrüse, die in den Magen einmündet (Pylorusdrüse), aber auch die Magenwand selbst sondern entsprechende Fermente ab. Mittel- und Enddarm beschreiben eine Schleife, so daß der After auf der Rückenseite des Tieres und damit im Kloakenraum liegt. Während die über den Darm ausgeschiedenen Rückstände der Verdauung (Exkreme) über die Ausströmöffnung nach außen gelangen, werden andere Endprodukte des Stoffwechsels (Exkrete) in besonderen Organen gespeichert, die dementsprechend sehr treffend als »Speichernieren« bezeichnet werden.

Speichernieren

Das Kreislaufsystem zeigt einige über das allgemeine Schema bei Chordatiern hinausgreifende Sonderbildungen. Ein an das Herz anschließendes Hypobranchialgefäß führt zum Kiemendarm, der seinerseits von zahlreichen ringförmig und in Längsrichtung verlaufenden Blutbahnen durchzogen ist. Umgekehrt führt ein Eingeweidegefäß (Visceralgefäß) zu den Verdauungs- und Geschlechtsorganen. Entsprechend der sich periodisch umkehrenden Schlagrichtung des Herzens wird das Blut abwechselnd in diese beiden Hauptgefäße gepumpt.

Nervensystem und Sinnesorgane sind nur schwach entwickelt. Offensichtlich steht dies in Zusammenhang mit der festsitzenden Lebensweise. Das Neuralrohr ist bei den frei schwimmenden Larven noch deutlich ausgeprägt; infolge Rückbildung finden wir bei den fertig entwickelten Tieren als Zentralnervensystem nur noch ein längliches Ganglion vor, das zwischen Ein- und Ausströmöffnung liegt. Von ihm gehen einige Nerven aus. Größere Sinnesorgane fehlen völlig; doch die Tiere sind durchaus in der Lage, auf Lichtreize zu antworten. Zahlreiche der Sinneswahrnehmung dienende Zellen (neurosensorische Zellen) sind in die Körperoberfläche eingebettet, besonders häufig im Bereich der beiden großen Öffnungen.

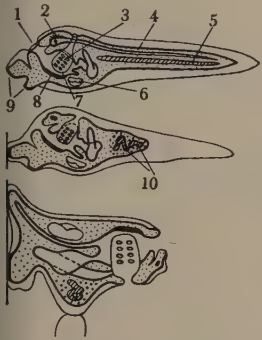
Die Geschlechtsorgane bestehen aus getrennten, aber einander eng benachbarten männlichen und weiblichen Keimdrüsen. Bei vielen Arten liegen sie in der bereits erwähnten Darmschleife; von hier aus aufsteigend führen die nebeneinander herlaufenden Ausführgänge gewöhnlich zum Kloakenraum, wo sie ihre Ausmündung haben. Bei den meisten Formen werden die Eier über die Ausführöffnung unmittelbar in das freie Wasser entlassen und dort durch den von anderen Tieren der gleichen Art abgegebenen Samen

befruchtet. Offenbar erfolgt die Sicherung der Befruchtung dadurch, daß die Geschlechtszellen nur zu bestimmten Zeiten abgegeben werden. Diese »Synchronisierung« dürfte aber noch dadurch gesteigert werden, daß chemische Sinnesorgane auf bereits abgegebenen arteigenen Samen ansprechen und das Freisetzen der Eier auslösen. Eine Selbstbefruchtung wird auf zweierlei Weise unterbunden: Entweder befruchtet der Samen nicht die Eier des gleichen Tieres (Selbststerilität), oder die Ei- und Samenzellen eines jeden Tieres reifen zu verschiedenen Zeiten.

Aber nicht immer werden die Eier nach außen entlassen. Vor allem bei den koloniebildenden Arten, aber auch bei einigen einzeln lebenden Seescheiden gelangt der Samen mit dem Wasserstrom in das Muttertier; und nach erfolgter Befruchtung entwickeln sich die Eier in der Kloakenhöhle. Dies kann in einem besonderen Brutsack (Nebenraum der Kloakenhöhle), in den Peribranchialräumen und teils sogar im Mantel erfolgen. In diesen Fällen verlassen fertig entwickelte geschwänzte und frei schwimmende Larven das Muttertier.

Erst aus der Kenntnis des Körperbaus der Seescheidenlarven und der Veränderungen, die mit dem Übergang zur festsitzenden Lebensweise einhergehen (Abb. links), wird der Bauplan der fertig entwickelten Seescheiden verständlich. Die oft nur wenige Stunden umherschwimmenden Larven nehmen keine Nahrung auf. Oberflächlich sehen sie Kaulquappen ähnlich. Ihr dicker Vorderkörper geht in einen schmaleren Schwanzabschnitt über, der für die Fortbewegung sorgt. Beim aktiven Schwimmen, das von Ruhepausen unterbrochen ist, drehen sich die Tiere um ihre Längsachse. Ihr Bauplan läßt die entscheidenden Merkmale der Chordatiere sofort erkennen. Ein wohlausgebildetes Neuralrohr erstreckt sich vom Vorderkörper bis zum Ende des Schwanzes. Vorn ist es zu einer Gehirnblase erweitert, die mit Auge und Schweresinnesorgan (Statozyste) ausgestaltet ist. Die Chorda bleibt dagegen im wesentlichen auf den Schwanzabschnitt beschränkt. Auch ein Herz ist bereits vorhanden; es liegt an der für Chordatiere typischen Stelle auf der Bauchseite. Die am vorderen Körperpol angelegte Mundöffnung geht in den bereits erkennbaren weitlumigen Kiemendarm über. Auch die beiderseitigen Peribranchialräume, die den Kiemendarm von jeder Seite symmetrisch umgreifen, sind vorhanden; sie entstammen dem äußeren Keimblatt: Im Laufe der Keimlingsentwicklung tritt auf dem Rücken des Keimlings eine rechte und eine linke Einstülpung auf; diese paarigen Bildungen erweitern sich taschenförmig, so daß sie den vorderen Darmabschnitt von beiden Seiten umgreifen. Über die ersten Kiemenspalten steht das Innere des Kiemendarmes mit diesen Einsenkungen in Verbindung. Erst nachträglich vereinigen sich die beiden Peribranchialräume in der Rückenmitte zur unpaaren Kloakenhöhle; sie steht dann nur noch durch eine einheitliche Öffnung mit der Außenwelt in Verbindung — es ist die Anlage der Ausströmöffnung.

Die hinteren Darmabschnitte sind bei der Larve nur als Blindsack angelegt. Der Schwanz zeigt einen Flossensaum, der aus den gleichen Stoffen besteht wie der Mantel der fertig entwickelten Tiere. Unter der Chorda liegt ein fester Strang aus Gewebe, das dem inneren Keimblatt entstammt. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um die Andeutung eines bei unbekannten



Entwicklung einer Seescheide. Oben: Larve, Mitte: Übergang von der Larve zur festsitzenden Seescheide. Unten: junge Seescheide. 1 Mund, 2 Gehirnblase mit Auge und Schweresinnesorgan (Statozyste), 3 Kiemendarm, 4 Nerven-(Neural-)Rohr, 5 Rückensaite (Chorda), 6 Herz, 7 linker Peribranchialraum, 8 Hypobranchialrinne, 9 Haftpapillen, 10 Rückensaitenreste.

stammesgeschichtlichen Vorfahren einmal vorhanden gewesenen Darmabschnitts; das würde bedeuten, daß der Enddarm der heutigen Seescheidenlarven – verglichen mit dem ursprünglichen Zustand – verkürzt ist. Neuralrohr, Chorda und Entoblaststrang sind beiderseits von der Schwanzmuskulatur umfaßt.

Nach einiger Zeit setzt sich die Larve mit Hilfe der am Vorderende gelegenen Hafthöcker fest. Nun erfolgen tiefgreifende Umgestaltungen. Der Schwanz wird rückgebildet, ebenso die Chorda, deren Reste noch einige Zeit erkennbar bleiben. Auch das Neuralrohr mitsamt der Gehirnblase und den Sinnesorganen der Larven schwindet, während das Ganglion der entstehenden Seescheide aus einem Rest larvalen Nervengewebes neu gebildet wird. Gleichzeitig erfährt aber auch die Gestalt eine erhebliche Wandlung: Durch stark einseitige Wachstumsvorgänge wird die ursprünglich neben der Anheftungsstelle gelegene larvale Mundöffnung derart verlagert, daß sie sich schließlich auf der gegenüberliegenden Seite befindet. In entsprechender Weise verschieben sich auch die Ausströmöffnung und die inneren Organe.

Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung spielt auch die ungeschlechtliche Vermehrung eine große Rolle. Hierbei entstehen zunächst Knospen, die je nach Familie oder Gattung an unterschiedlichen Stellen gebildet werden. Am bekanntesten ist die sogenannte »stoloniale Knospung«; sie erfolgt an schlauchartigen Ausstülpungen der Basis des Tieres (Stolonen). Diese Knospung führt zur Stockbildung. Handelt es sich dabei um einen verhältnismäßig lockeren Verband, so spricht man von sozialen Seescheiden; diejenigen Formen dagegen, die dicht geschlossene Kolonien bilden, werden als Synascidien bezeichnet (Abb. S. 455). Manche Seescheiden zeigen einen mehr oder weniger ausgebildeten Wechsel von geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzung (Generationswechsel). So sind bei der Gattung *Pero-phora* die geschlechtlich entstandenen Tiere selbst nicht zu geschlechtlicher Fortpflanzung befähigt; sie bilden vielmehr durch stoloniale Knospung (s. oben) Tochtertiere, die ihrerseits Ei- und Samenzellen erzeugen.

Stockbildung

Die Lebensdauer der Seescheiden liegt zumeist bei einem Jahr. Koloniebildner können mehrjährig sein; für die Gattung *Diazona* wurden sogar drei bis vier Lebensjahre ermittelt. Seescheiden leben in allen Meeren. Die allermeisten Arten kommen im Flachseebereich von der Oberfläche bis in vierhundert Meter Tiefe vor. Einzelne Tiefseeformen sind noch in fünftausend Meter Tiefe angetroffen worden.

Als Vertreter der Ordnung ENTEROGONA sei hier *Ciona intestinalis* (Höhe 8 cm) erwähnt (Abb. 1, S. 428), eine einzeln lebende, aber oft in Gruppen vorkommende Seescheide. Ihr Mantel ist ziemlich durchsichtig, so daß die durchscheinenden Längsmuskelszüge gut erkennbar sind. Diese häufige Art lebt in Tiefen bis fünfhundert Meter; sie ist weit verbreitet und wird auch in den europäischen Meeren angetroffen.

Zur Ordnung der PLEUROGONA gehört dagegen *Halocynthia papillosa* (Höhe 10 cm; Abb. S. 403 u. Abb. 2, S. 428). Sie kommt gleichfalls in den europäischen Meeren vor, wo sie sandigen Untergrund bevorzugt. Durch ihre prächtige rote Farbe fällt sie besonders auf. Ihr derber Mantel trägt zahlreiche Höckerchen (Papillen). Beide Körperöffnungen tragen lange bräunliche Borstenbildungen;

außerdem ist die Einströmöffnung in vier, die seitliche Ausströmöffnung aber nur in zwei Lappen zerteilt. Deshalb kann sie kaum mit anderen Formen verwechselt werden.

Mit der auch in der Nordsee häufigen STERNASCIDIE (*Botryllus schlosseri*, Länge 2 bis 2,5 mm; Abb. S. 455) haben wir einen koloniebildenden Vertreter der Pleurogona vor uns. Die Tiere sind in ein gallertartiges Lager eingebettet und annähernd kreisförmig um einen gemeinsamen Kloakenraum angeordnet.

Klasse Salpen

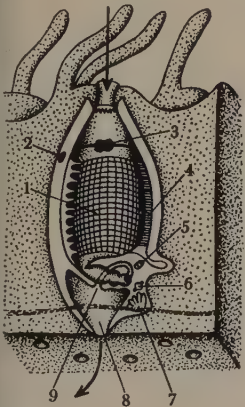
Die zeitlebens frei schwimmenden SALPEN (Klasse Thaliacea) sind Hochseetiere, die vor allem in Wasserschichten der Oberfläche leben und manchmal in ungeheuren Mengen auftreten. Durch eine Reihe gemeinsamer Merkmale von den übrigen Manteltieren unterschieden: Gestalt tonnenförmig, Ein- und Ausströmöffnung an den Körperenden, also einander gegenüberliegend. Teils sehr komplizierter Generationswechsel, zeitweise oder stets stockbildend. Fertig entwickelte Tiere im Gegensatz zu den gleichfalls frei schwimmenden Appendicularien (s. S. 451) stets ohne Schwanzanhang und ohne Spur einer Chorda, auch nicht im Larvenstadium (Ausnahme: Larven der Tonnensalpen). Länge erwachsener Tiere schwankt erheblich, bei Einzeltieren zwischen 1 mm und mehr als 10 cm, selten 19 cm. Koloniebildner, insbesondere »Salpenketten«, erreichen wesentlich größere Ausmaße; Riedl bemerkt von ihnen, sie ließen sich »fast wie ein Tau ins Boot ziehen«. Infolge ihres hohen Wassergehalts wirken kleinere Formen glasig-durchsichtig. Größere sind mehr bläulich oder gelblich gefärbt. Artenarme Gruppe, die kaum mehr als vierzig Arten umfaßt.

Drei Ordnungen werden unterschieden: 1. Feuerwalzen (Pyrosomatida; s. unten) mit der einzigen Gattung *Pyrosoma* und etwa zehn Arten, 2. Eigentliche Salpen (Salpida; s. S. 446) mit kaum mehr als zwanzig Arten, 3. Tonnensalpen (Doliolida; s. S. 448) mit etwa elf Arten.

Die FEUERWALZEN (Ordnung Pyrosomatida) bilden Kolonien, die einer dickwandigen, an einem Ende geschlossenen Röhre gleichen. Länge meist 10 bis 20 cm; lediglich eine Art aus dem Indischen Ozean bis zu 4 m. Von außen erkennt man eine unebene Oberfläche, die zahlreiche fühlartige Fortsätze trägt; dazwischen findet sich eine sehr große Zahl von Öffnungen, die in ähnlicher Weise auch in der Innenwand vorhanden sind. Es handelt sich dabei um die jeweiligen Ein- und Ausführöffnungen der Einzeltiere. Einen genaueren Einblick in den Aufbau ermöglicht erst ein Längsschnitt durch die Kolonie.

Die Einzeltiere sind nur vier bis fünf Millimeter lang und liegen senkrecht zur Oberfläche in einer gemeinsamen gallertigen Mantelmasse. Ihr weiterer Kiemendarm ist — ähnlich wie bei den Seescheiden — von zahlreichen schlitzförmigen Spalten durchsetzt und von einem Peribranchialraum umgeben (s. S. 441). Der für den Gasaustausch (Atmung) und das Abseihen der Nahrung notwendige Wasserstrom wird vor allem durch die Bewimperung der Kiemenspalten erzeugt. Wegen ihrer Ähnlichkeit im Bauplan mit den Seescheiden wurden die Feuerwalzen früher für frei schwimmende Seescheidenstöcke gehalten.

Auf den Kiemendarm folgt ein zusammengedrängter verdauender Darm-



Anatomie einer Feuerwalze (*Pyrosoma*). Durchflußrichtung des Wassers: schwarze Pfeile. 1 Kiemendarm, 2 Nervenmasse (Ganglion), 3 Leuchtorgan, 4 Hypobranchialrinne, 5 Herz, 6 Eierstock (Ovarium), 7 Hoden, 8 Kloake, 9 After.

abschnitt, der mit den Einführungsgängen der Keimdrüsen in einen Kloakenraum mündet. Die ursprüngliche Bauchseite der Einzeltiere wird durch eine deutliche ausgedehnte Hypobranchialrinne (Endostyl; s. S. 435) gekennzeichnet. Ihr gegenüber, dem Vorderende genähert, liegt das Zentralnervensystem in Form eines Nervenknötens (Ganglion), von dem eine Anzahl Nerven ausgeht. Unmittelbar vor dem Kiemendarm treten beiderseits des Schlundrohrs paarige Zellenhaufen auf. Es sind mit Leuchtbakterien versehene Leuchtorgane. Die deutsche Bezeichnung »Feuerwalzen« ist ebenso darauf zurückzuführen wie die wissenschaftliche Benennung (*Pyrosoma* = Feuerkörper; vom griechischen πῦρ, πῦρός = Feuer, σῶμα = Körper). Das gelbliche bis blaugrüne Leuchten läßt sich durch mechanische oder auch anderweitige Reize auslösen; wie es im einzelnen zustande kommt, muß noch geklärt werden.

Leuchtorgane

Die Tiere einer Kolonie sind einheitlich ausgerichtet: Ihre Hypobranchialrinne ist stets dem geschlossenen Pol zugekehrt. Der gemeinsame Mantel enthält Faserzüge, welche die Kloakenmuskeln der Einzeltiere miteinander verbinden; hierdurch entstehen Längszüge (Mantelfaserzüge). Wenn gleichzeitig noch andere Körpermuskeln der Einzeltiere zusammengezogen werden, ermöglichen die Mantelfaserzüge eine Zusammenziehung der ganzen Kolonie. Aus dem gemeinsamen inneren Hohlraum wird hierdurch Wasser ausgestoßen; das gestattet der Kolonie eine beschränkte aktive Beweglichkeit nach dem Rückstoßprinzip.

Die in der Kolonie zusammengefaßten Einzeltiere sind Geschlechtstiere (Gonozoiden). Männliche und weibliche Keimdrüsen liegen in einer Aussackung des Körpers, die der Bauchseite des Kloakenraumes benachbart ist. Der Eierstock bildet nur ein einziges dotterreiches Ei aus, das an Ort und Stelle befruchtet wird – und zwar über den Ausführgang, der hier die Aufgabe eines Befruchtungsganges hat. In der Mutter entwickelt sich das Ei zu einem Tochtერთier; mit zunehmendem Wachstum bricht es schließlich durch die Wandung der Kloakenhöhle hindurch und gelangt damit in diesen Innenraum. Da es aus einer befruchteten Eizelle hervorgegangen ist, wird es als Oozoid bezeichnet. Es ist kurzlebig; denn es erzeugt zwar durch Sprossung eine Gruppe von vier Tochtერთieren, geht aber selbst dabei zugrunde. Diese Vierergruppe ist die erste Anlage der neuen Kolonie. Sie wird ausgestoßen, gelangt hierdurch ins Freie und wächst durch weitere ungeschlechtliche Vermehrung zu voller Größe heran. Damit liegt ein ausgeprägter Generationswechsel vor, bei dem allerdings die Geschlechtstiere im Vordergrund stehen.

Aus der einzigen Gattung *Pyrosoma* ist die Art *Pyrosoma atlanticum* weit verbreitet und im Mittelmeer nicht selten. Im Alter wird sie milchig-trüb und nimmt eine mehr gelbliche Färbung an.

Die EIGENTLICHEN SALPEN (Ordnung Salpida) werden auch als Bandmuskler bezeichnet. Diese Benennung weist auf eine Besonderheit hin, nach der die zu den Eigentlichen Salpen gehörenden Formen auf den ersten Blick zu erkennen sind: Die vier bis neun quer verlaufenden Muskelbänder des Körpers haben die Gestalt von Ringen, die bauchwärts offen sind (Abb. 4, S. 437). Diese Gruppe wird uns am besten zugänglich, wenn wir zunächst die einzeln lebenden Salpen betrachten. Sie sind aus befruchteten Eizellen hervorgegangen und haben demnach als Oozoiden zu gelten.

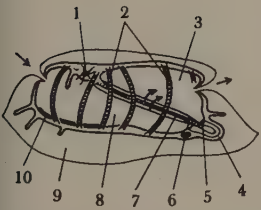
Ordnung
Eigentliche Salpen

Diese annähernd walzig gestalteten Tiere sind meist farblos. GL zwischen 1,5 und 10 cm, im äußersten Fall bis 19 cm. Körper glashell, von einem verhältnismäßig festen Mantel umschlossen, der manchmal für die Art kennzeichnende Fortsätze zeigt. Mund- und Kloakenöffnung liegen einander gegenüber, oft jedoch etwas nach der Rückenseite hin verschoben. Kiemendarm mächtig, nimmt den größten Teil des Tieres ein; steht durch zwei große, lange, schräggestellte Kiemenspalten mit dem anschließenden Kloakenraum in Verbindung. Diese Kiemenspalten liegen rechts und links von einem unpaaren, mit Wimperkämmen besetzten Gebilde (Kiemerbalken). Sein Verlauf entspricht der schrägen Anordnung der beiderseitigen Kiemenspalten; denn er erstreckt sich von der vorderen Rückenseite nach der hinteren Bauchseite.

Die Atmung und die filtrierende Nahrungsaufnahme erfolgen bei diesen Salpen auf die bereits bei anderen Chordatieren geschilderte Weise — jedoch mit dem Unterschied, daß der dazu notwendige Wasserstrom weniger durch die Bewimperung der Kiemen als vielmehr durch Muskelarbeit zustande kommt: Die Tiere »pumpen« sich gleichsam durch das Wasser. Der Darmtrakt, der sich an den Kiemendarm anschließt, liegt an der hinteren Basis des Kiemerbalkens; er ist ziemlich klein und zu einem »Nukleus« zusammengedrängt. Der After mündet in den Kloakenraum, den zweiten großen Körperhohlraum der Salpen. Die Lage von Herz und Zentralnervensystem (Ganglion) ersehen wir aus Abb. 5, S. 437. Auffälliger als die Mund- und Kloakenmuskulatur, die ein Schließen der beiden Öffnungen bewirken kann, ist die in Form von Muskelbändern ausgebildete Körpermuskulatur. Diese auf der Bauchseite offenen Ringzonen sind bei den verschiedenen Arten unterschiedlich angeordnet.

Man kann die Oozoiden auch als »Ammen« bezeichnen. Bei ihnen sind keinerlei Keimdrüsen ausgebildet; ihre Vermehrung erfolgt ungeschlechtlich an einem besonderen Organ, dem Stolo prolifer. Es liegt bauchseitig hinter der Körpermitte der Salpe, und zwar hinter dem Ende der Hypobranchialrinne. Hier entstehen zahlreiche Knospen, die schließlich zu Geschlechtstieren (Gonozoiden) heranwachsen. Diese Geschlechtstiere sind in zwei spiegelbildlichen Reihen angeordnet. Meist bleiben sie auch nach der Loslösung vom Stolo durch Haftpapillen vereinigt. Auf diese Weise kommen die bekannten Salpenketten zustande (Abb. 2, S. 437), die Längen von über fünf- und zwanzig Meter erreichen können.

Der Körperbau des Geschlechtstiers entspricht grundsätzlich demjenigen der Ammen, doch zwischen diesen beiden Erscheinungsformen ein und derselben Art bestehen Unterschiede in Größe, Gestalt, Anordnung und Zahl der Muskelbänder und anderem mehr. Bei den Geschlechtstieren kommen natürlich noch die männlichen und weiblichen Keimdrüsen hinzu. Während der Hoden in den Bereich des Eingeweidenukklus einbezogen ist, liegt der Eierstock seitlich in der Kloakenwand. Auch bei den Eigentlichen Salpen wird zumeist nur ein Ei gebildet, das — wie bei den Feuerwalzen — nicht nur an Ort und Stelle befruchtet wird, sondern hier auch seine Entwicklung durchläuft. Dabei entsteht ein Oozoid (Abb. 4, S. 437), das über ein plazentaartiges Organ seiner Bauchseite mit dem Körpersaftstrom (Hämolympfstrom)



Oozoid einer Salpe: 1 Nervenmasse, 2 Muskelbänder, 3 Kloake (Peribranchialraum), 4 Darm, 5 After, 6 Herz, 7 Kiemerbalken zwischen den zwei Kiemenspalten, 8 Kiemendarm, 9 Mantel, 10 Hypobranchialrinne.

des Muttertieres verbunden ist. Mit zunehmender Größe wölben sich der Keimling und das ihn umgebende Gewebe zur Kloake hin vor, bis schließlich das Jungtier durch Platzen des Gewebes zunächst in den Kloakenraum gerät, den es dann über die hintere Körperöffnung verläßt. Die Gonozoiden sind somit lebendgebärend.

Der Generationswechsel zwischen Oozoid und Gonozoid wurde zuerst von einem Manne nachgewiesen, der weiten Kreisen meist nur als Dichter bekannt ist. Es war Adelbert von Chamisso, der als Naturforscher von 1815 bis 1818 an einer Erdumseglung mit der russischen Brigg »Rurik« teilnahm. Bevor sich Chamisso mit den Salpen beschäftigte, war der Zusammenhang zwischen Einzeltier und Salpenkette unbekannt, so daß diese Geschöpfe oft unter zwei verschiedenen Namen beschrieben worden waren.

Die Eigentlichen Salpen leben überwiegend in den wärmeren Meeren. Während in der Nordsee nur verdriftete Tiere gefunden werden, treten im Mittelmeer einige dort heimische Arten auf. Den größten Eindruck unter ihnen macht wohl *Salpa maxima* (Abb. 4, S. 437), deren Ammen eine Länge von zehn, im Höchstfall fünfzehn Zentimeter erreichen. Die Gonozoiden sind etwas kleiner.

Als dritte und letzte Gruppe der schwanzlosen Schwimm-Manteltiere stehen diesen Salpen i. e. S. die TONNENSALPEN (Ordnung Doliolida) gegenüber. Bei ihnen bilden die quer zur Körperlängsachse verlaufenden Muskelbänder geschlossene Ringe. Die Unterschiede gegenüber den Eigentlichen Salpen werden wohl am deutlichsten, wenn wir gleichfalls zuerst die Oozoiden oder »Ammen« schildern.

Die Gestalt der Ammen ist weniger walzig als vielmehr ausgesprochen faßförmig. Weit kleiner als Eigentliche Salpen; GL etwa 10 mm. Mantel durchsichtig und zart, umschließt einen gleichfalls glasigen Körper. Mund- und Kloakenöffnung liegen einander ziemlich genau gegenüber; sie sind von einer größeren Zahl zugerundeter Lappchen umstellt (Verschlußapparat). Die weite Höhlung des Kiemendarmes grenzt hinten an den Kloakenraum, acht bis zweihundert waagerechte Kiemenspalten, die auf die Hinterwand des Kiemendarmes beschränkt und dort in zwei meist von oben nach unten verlaufenden Reihen angeordnet sind. Nahrungsaufnahme und Atmung wie bei Eigentlichen Salpen. Tonnensalpen können sich ruckartig fortbewegen, indem sie eine Körperöffnung verschließen und durch Zusammenziehung der acht bis neun regelmäßig angeordneten Ringmuskeln einseitig Wasser ausstoßen. Abb. 5, S. 437, zeigt die Lage des verdauenden Darmabschnittes, des Herzens und des Ganglions; als Sonderbildung liegt zwischen dem dritten und vierten Ringmuskel eine Statocyste (s. S. 439).

Auch bei den Oozoiden der Tonnensalpen ist — an der gleichen Stelle wie bei den echten Salpen — ein Stolo prolifer ausgebildet, also ein Organ, das der ungeschlechtlichen Vermehrung dient. Es erzeugt jedoch keine Salpenketten. Statt dessen werden Knospen abgeschnürt, die von jeweils mehreren amöbenartigen »Trägerzellen« abtransportiert werden. Merkwürdigerweise steigen sie nur auf der rechten Körperseite auf. Dabei gelangen sie zu einem unpaaren Rückenfortsatz am Hinterende der Amme. Dort werden sie von den Trägerzellen in gesetzmäßiger Weise angeordnet:

Ordnung
Tonnensalpen

Die auffallende Rote Seescheide (*Halocynthia papillosa*, s. S. 441; s. auch Abb. S. 403, Abb. 2, S. 428)





Die Seescheide *Clavelina lepadiformis* auf der Hornkoralle *Paramuricea chamaeleon* (Abb. S. 282)

a) Jederseits entsteht eine Doppelreihe von Knospen, die sich zu Nährtieren mit vereinfachtem und zugleich spezialisiertem Körperbau entwickeln. Sie übernehmen die Ernährung der Amme und aller anderen Teile des Tierstockes, der inzwischen auf diese Weise entstanden ist; deshalb werden sie Trophozoiden genannt. Indessen bildet die Amme den Kiemendarm und die Kieme völlig zurück, während bei ihr die Muskelbänder stark verbreitert werden; sie dient nur noch als »Motor« des Gesamtverbandes.

b) In der Mitte zwischen den beiderseitigen Reihen von Nährtieren werden auch noch Knospen abgesetzt. Aus ihnen gehen normale Tonnensalpen hervor, denen allerdings — wie bereits der Amme — Keimdrüsen fehlen. Ihre Bauchseite ist jeweils durch einen dem Hinterende genäherten Stiel mit dem Rückenfortsatz der Amme verbunden.

c) Inzwischen bringen die Trägerzellen weitere Knospen herbei, die sogenannten Geschlechtsurknospen, die an diesen Stielen abgesetzt werden.

d) Die Geschlechtsurknospen wiederum vermehren sich durch Teilung und bilden auf diese Weise eine größere Zahl von Knospen zweiter Ordnung. Während dieses Vorgangs lösen sich die unter Absatz b genannten keimdrüsenlosen Tonnensalpen von dem inzwischen zunehmend vergrößerten Rückenfortsatz der Amme; sie heißen »Pflegetiere« (Phorozoiden). Während sie umherschweben, entwickeln sich die Knospen zweiter Ordnung endlich zu Geschlechtstieren (Gonozoiden), die sich vom Pflegetier trennen.

Der Bauplan der Gonozoiden (Abb. 2, S. 437) entspricht dem Prinzip demjenigen der Ammen; zusätzlich sind jedoch Keimdrüsen ausgebildet. Im Gegensatz zu den Feuerwalzen und ähnlichen Salpen geben die Tonnensalpen ihre Eier in das freie Wasser ab, wo sie befruchtet werden. Aus ihnen entsteht eine geschwänzte Larve mit einer Chorda dorsalis; nach Verlassen der Eihülle und nach Rückbildung des Schwanzes geht aus dieser Larve ein Oozoid hervor, also eine Tonnensalpe ohne Geschlechtsorgane. Damit ist der Kreislauf dieses überaus komplizierten Generationswechsels geschlossen. Fassen wir die einzelnen Stufen nochmals zusammen, so ergibt sich folgende Reihe der Generationen: 1. Oozoid; 2. Trophozoiden, Phorozoiden und Geschlechtsurknospen — alle drei als annähernd gleichrangige, jedoch verschieden gestaltete Bildungen, die aus dem Stolo prolifer der Amme hervorgehen; 3. Gonozoiden.

Auch die Tonnensalpen bevorzugen die Oberflächenwasserschichten tropischer und subtropischer Meere. Gelegentlich treten sie dort in großen Massen auf. Im Mittelmeer werden vor allem *Doliolum muelleri* und *Doliolum denticulatum* häufiger angetroffen (vgl. Abb. 5 u. 6, S. 437).

Klasse Die APPENDICULARIEN oder GESCHWÄNZTEN SCHWIMM-MANTELTIERE (Klasse Appendicularia) sind frei schwimmend lebende Hochseetiere. Von Ausnahmen abgesehen, bevölkern sie die oberen Wasserschichten von der Meeresoberfläche bis in zweihundert Meter Tiefe; sie treten hier besonders in den wärmeren Meeren in unvorstellbar großer Zahl auf. Lohmann, auf dessen Arbeiten sich noch heute unsere Kenntnis dieser Tiere stützt, hat sie mit Recht als die nach den Ruderfüßern (Copepoda; s. Band I) häufigsten Planktontiere bezeichnet. Sie leben in einem glasig-durchsichtigen Gehäuse, dessen Größe die ihres Körpers bei weitem übertrifft. Es ist ein äußerst kompli-

Geschwänzte

Schwimm-Manteltiere

ziertes Gebilde, das wir erst nach der Behandlung des Körperbaus der Appendicularien näher schildern können.

Im Gegensatz zu allen anderen Manteltieren wird bei den Appendicularien der Schwanz des Larvenstadiums nicht etwa rückgebildet, sondern in etwas abgewandelter Form zeitlebens beibehalten. Schwanz mehr oder weniger rechtwinklig gegen den Vorderkörper abgeknickt; Gestalt wirkt deshalb hammerförmig. Vorderer Körperabschnitt oval bis unregelmäßig wurstförmig, Länge meist 1–2, mindestens 0,5, höchstens 8 mm. Er enthält den Kiemendarm und die darauffolgenden Darmabschnitte, ferner das fast stets vorhandene Herz, das Zentralnervensystem (Ganglion) mit anschließendem Nervenstrang sowie die männliche und weibliche Keimdrüse (Lagebeziehungen s. Abb. 9, S. 437). Der Kiemendarm zeigt auf jeder Seite nur eine einzige Kiemenspalte, die unmittelbar mit der Außenwelt in Verbindung steht; im Gegensatz zu den anderen Teilgruppen der Manteltiere ist hier keine Einstülpung vorhanden, die als Peribranchialraum beziehungsweise Kloake gelten könnte. Von den Keimdrüsen verfügen nur die Hoden über einen Ausführgang; die Samenzellen reifen zeitlich vor den Eizellen (Proterandrie). Die kleinen Eier werden dagegen durch Platzen in die Leibeswand frei, was natürlich zum Absterben des Tieres führt.

Der für die Appendicularien so kennzeichnende Schwanz sitzt dem Vorderkörper bauchseitig an, hinter dem After und vor den Keimdrüsen. Er zeigt jederseits einen mehr oder weniger breiten durchscheinenden Flossensaum und enthält in seinem Inneren eine Chorda mit beiderseitigen Muskellagen und einem Nervenstrang. Diesem Nervenstrang liegt – entsprechend den Verhältnissen bei den Larven der Seescheiden – auf der anderen Seite ein fester, aus dem inneren Keimblatt gebildeter Strang (Entoblaststrang) gegenüber; bei ihm könnte es sich gleichfalls um den Rest eines Enddarmabschnittes handeln, der bei stammesgeschichtlichen Vorfahren einst den Hinterkörper durchzog. Merkwürdig und zugleich kennzeichnend ist die Lage des Schwanzes: Er ist nicht nur abgeknickt, sondern auch um neunzig Grad um seine eigene Achse gedreht. Die eigentliche linke Seite des Schwanzes ist also nach vorn, die rechte dagegen nach hinten gekehrt; die beiden Flossensäume weisen dementsprechend nach rechts und links.

Die Befruchtung der Eier erfolgt im Meer. Zunächst entstehen Larven, die denen der Seescheiden sehr ähnlich sind. Ihr Schwanz ist wie bei den Seescheidenlarven gerade ausgestreckt; doch das Nervensystem liegt nicht über der Chorda, sondern merkwürdigerweise links von ihr. Erst mit der Umwandlung zum fertigen Tier erfolgt die Abknickung und die erwähnte Drehung des Schwanzes um neunzig Grad um die eigene Achse.

Die Eigentümlichkeiten des Körperbaues stehen in funktionellem Zusammenhang mit der Gehäusebildung. Dieses Gehäuse wird von Teilen der einschichtigen Oberhaut ausgeschieden, die auf bestimmte Bereiche des vorderen Körperabschnittes beschränkt sind; ein allgemeiner Mantel wird dagegen nicht erzeugt. Das Gehäuse ist überaus kompliziert und zugleich derart glasig-durchsichtig, daß es im Seewasser kaum zu erkennen ist. Lohmann konnte die Lage, die Begrenzung und die Zusammenhänge der inneren Hohlräume überhaupt nur erkunden, indem er die klebrigen und zugleich

sehr hinfälligen Gebilde vorsichtig mit gefärbtem Meerwasser füllte. Als Ergebnis seiner 1899 erschienenen klassischen Untersuchung sei hier das Gehäuse von *Oikopleura albicans* wiedergegeben (Abb. 9, S. 437).

Die Appendicularie liegt tief im Inneren des Gehäuses und erzeugt durch wellenartige Bewegung ihres Schwanzes eine Wasserströmung, die durch paarige, überaus engmaschige Siebplatten mit einer Maschenweite von 0,034 mal 0,132 Millimeter in das Gehäuse eintritt. Dieses Wasser wird in gleichfalls komplizierter Weise zu einem paarigen Fangapparat geleitet, der seinerseits mit der Mundöffnung des Tieres in Verbindung steht. Von hier aus befördert ein Wasserstrom, der von den Wimperzonen des Kiemendarmes erzeugt wird, die angesammelte Nahrung in den Darmtrakt. Das durch das Gehäuse strömende Wasser gelangt schließlich über eine Austrittsöffnung nach außen; dabei wird ein schwacher Rückstoß erzeugt, der das Gebilde langsam und bei gleichzeitiger spiraliger Drehung um die eigene Achse vorantreibt. Die Appendicularien können ihr Gehäuse, mit dem sie ja ohnehin nur durch die Mundgegend verbunden sind, bemerkenswert schnell über eine Fluchtpforte verlassen. Dies geschieht nicht nur bei äußerer Reizung, sondern auch dann, wenn das Gehäuse durch allmähliche Verstopfung der Sieb- und Filteranlage unbrauchbar geworden ist.

Die Neubildung des Gehäuses erfolgt gewöhnlich innerhalb von nur zwanzig bis dreißig Minuten. Wie schon aus der Feinheit ihrer Abseihvorrichtung zu entnehmen ist, ernähren sich die Tiere von außergewöhnlich kleinen Lebewesen, dem sogenannten Nannoplankton, besonders von Coccolithophoriden, die zu den einzelligen Geißeltierchen (s. Band I) gehören. Die Gehäuse anderer Appendicularien weichen zum Teil erheblich von dem hier geschilderten Bauplan ab. Man hat die Appendicularien wegen verschiedener zweifellos ursprünglicher Besonderheiten einige Zeit hindurch als urtümliche Manteltiere aufgefaßt. Doch dies wäre zumindest bedenklich; denn die Appendicularien zeigen andererseits beachtliche Spezialisierungen.

Unterstamm Schädellose

Im Jahre 1774 entdeckte der berühmte Naturforscher Peter Simon Pallas (1741–1811) ein nahezu farbloses, kaum sechs Zentimeter langes Meerestier von fischförmiger Gestalt. Er glaubte eine Schnecke vor sich zu haben. Sein Fund geriet fast in Vergessenheit. Erst sechzig Jahre danach kam der Italiener Costa darauf zurück und wenig später der bedeutende Anatom und Physiologe Johannes Müller; nun wurden die engen Beziehungen zwischen diesem Tier — dem Urfischchen *Branchiostoma* (s. S. 457) — und den Wirbeltieren erkannt. Seitdem spielt dieses Lanzettfischchen eine große Rolle bei der Erörterung des Ursprungs der Wirbeltiere. Nach heutiger Auffassung vertritt es mit wenigen Verwandten einen eigenen Unterstamm der Chordatiere — die Schädellosen oder Lanzettfischchen.

Zoologische Stichworte

Die SCHÄDELLOSEN (Unterstamm Acrania) haben einen langgestreckten, fischähnlichen, seitlich zusammengedrückten Körper, der vorn und hinten spitz ausläuft. KL bis 7,5 cm. Kopf beziehungsweise Schädel fehlt, keine Gliedmaßen; Flossensäume jedoch vorhanden. Bauplan entspricht dem Schema der Chordatiere; weniger abgeleitet als bei den außergewöhnlich spezialisierten Manteltieren und deshalb besser mit den Verhältnissen bei den

Wirbeltieren vergleichbar. Körperbedeckung eine einschichtige oberste Zellschicht der Haut (Epithel). Chorda dorsalis zeitlebens als wohlausgebildetes Stützorgan vorhanden, den ganzen Körper durchziehend. Rumpfmuskulatur asymmetrisch, beiderseits der Chorda gelegen, aus aufeinanderfolgenden gewinkelten Abschnitten (Myomeren) bestehend, so daß Muskelsegmente gebildet werden (Myometamerie). Chorda steht als elastisches Achsenskelett in Wechselbeziehung zur Körpermuskulatur. Zentralnervensystem als langgestrecktes Neuralrohr mit engem Zentralkanal ausgebildet, am Vorderende wenig verdickt, zu einem »Hirnbläschen« erweitert; hier ein unpaarer Pigmentfleck (Auge oder Wärmesinnesorgan?), doch keine Andeutung eines Gehörorgans. Neuralrohr (Rückenmark) mit zahlreichen Schzellen, die jeweils von einer Pigmentkappe einseitig abgeschirmt werden (Richtungsehen); in jedem Abschnitt zweigt ein auf der Rückenseite und ein auf der Bauchseite gelegenes Nervenpaar ab (Spinalnerven). Mundöffnung von Zirren umgeben. Vorderdarm kurz, führt in den ausgedehnten Kiemendarm, der ungefähr die vordere Körperhälfte einnimmt. Zahl der ursprünglich bei den Larven vorhandenen Kiemenspalten geringer als beim erwachsenen Tier; bereits vorhandene Spalten werden durch einen von oben nach unten wachsenden Steg zweigeteilt, wodurch eine Erhöhung der Gesamtzahl auf etwa hundertachtzig erfolgt. Nur bei Larven münden die Kiemenspalten noch direkt nach außen; frühzeitig entsteht eine bauchseitig gelegene Einfaltung der Körperoberfläche (Ektoblast), die sich schließlich durch Verwachsung schließt und hierdurch einen Peribranchialraum bildet; nach außen bleibt nur noch eine gemeinsame Öffnung erhalten — der hinter der Mitte gelegene Branchialporus.

Der Wimperbesatz der Kiemenspalten erzeugt bei den Lanzettfischchen einen Wasserstrom ähnlich wie bei den Seescheiden (s. S. 440); er tritt über die Mundöffnung ein, durchschreitet den Kiemendarm durch die Spalten, gelangt dann in den Peribranchialraum und verläßt das Tier schließlich über die Ausströmöffnung (den Branchialporus; Abb. 6, S. 428). Dieses Wasser dient sowohl der Atmung als auch dem Nahrungserwerb. Die Lanzettfischchen seihen wie die Manteltiere Nahrungsteilchen ab, die im Wasser schweben; der Vorgang des Filtrierens ist bei beiden Unterstämmen im Prinzip der gleiche. Auch bei den Lanzettfischchen sondert eine Hypobranchialrinne Schleim ab; in ihm werden die Nahrungsteilchen festgehalten und schließlich über eine gleichfalls mit Drüsen- und Flimmerzellen besetzte Epibranchialrinne zu den anschließenden verdauenden Darmabschnitten transportiert. Der After mündet nahezu bauchständig und vor dem Hinterende — seltsamerweise auf der linken Körperseite. Ausscheidungsorgane (Nieren) sind in Form abschnittartig (d. h. segmental) angeordneter Nierenkanälchen ausgebildet, die in den Peribranchialraum münden.

Lanzettfischchen sind getrenntgeschlechtlich. Ihre Keimdrüsen liegen als paarige Säcke abschnittartig hintereinander in der Wand des Peribranchialraumes. Nach dorthin werden Ei- und Samenzellen entleert; sie gelangen über die Ausströmöffnung nach außen. Überraschend ist, daß schon die Schädellosen einen Blutkreislauf haben; er entspricht in bemerkenswerter Weise dem Grundschema des Wirbeltierkreislaufs (Abb. 7, S. 428). Das Blut gelangt

Die Sternascidie (*Botryllus schlosseri*, s. S. 445) ist eine koloniebildende Seescheide





Microcosmus sulcatus,
bewachsen mit dem Moos-
tierchen *Retepora beani-*
ana (Abb. S. 233)

durch eine bauchwärts gelegene unpaare Kiemenarterie zum Kiemendarm. Dort tritt es in zahlreiche paarige Kiemengefäße über, die es an den Kiemenspalten vorbei zu den paarigen Schlagaderwurzeln führen. Diese Wurzeln vereinigen sich hinter dem Kiemendarm zur unpaaren Aorta descendens, die vor allem die Verdauungsorgane mit frischem Blut versorgt. Über Bezirke von Haargefäßen (Kapillaren), insbesondere im Bereich der »Leber«, einer bauchwärts gelegenen Ausstülpung des Mitteldarms, gelangt das Blut wieder zur Kiemenarterie. Dieser Kreislauf wird nicht etwa wie bei den Wirbeltieren von einem zentralen Herz in Gang gehalten, sondern durch zahlreiche pulsierende »Kiemenherzen«, die sich an der Basis der Kiemengefäße befinden, bewirkt. Das Blut enthält keine roten Blutkörperchen.

Lanzettfischchen sind in den Meeren der gemäßigten und warmen Zone weit verbreitet. Die bekannteste Gattung ist *Branchiostoma*. Sie wurde früher auch unter dem Namen *Amphioxus* geführt. Ihre sieben Arten können durchaus für kurze Zeit im freien Wasser schwimmen; sie schlängeln sich dabei in Seitenlage fort. Meist sind die Lanzettfischchen jedoch oberflächlich in mittelfeinem Sand eingegraben; sie bevorzugen Tiefen von vier bis fünfzehn Metern. In den europäischen Meeren kommt als einzige Art das bereits von Pallas beschriebene, bis sechs Zentimeter lange GEWÖHNLICHE LANZETTFFISCHCHEN (*Branchiostoma lanceolatum*; Abb. 5, 6 u. 7, S. 428) vor. Wesentliche Abweichungen zeigen die sechs Arten der Gattung *Asymmetron*; bei ihnen sind die Keimdrüsen unpaar und nur auf der rechten Körperseite ausgebildet.

Sehr bestechend ist die Annahme, die Lanzettfischchen seien sozusagen eine stammesgeschichtliche Vorstufe der Wirbeltiere. Dennoch dürfen beträchtliche Spezialisierungen nicht übersehen werden: insbesondere der unsymmetrische Bau der Gattung *Asymmetron*, noch mehr aber die Tatsache, daß die Lanzettfischchen aus einer gleichfalls stark unsymmetrischen Larve hervorgehen. Bei dieser Larve befinden sich Mund und After auf der linken Körperseite; die Kiemenspalten sind ursprünglich unpaar nur auf der rechten Körperseite angelegt. Deshalb kommt man der tatsächlichen Beziehung zwischen Lanzettfischchen und Wirbeltieren vielleicht am nächsten, wenn man die Schädellosen als spezialisierte Abkömmlinge einer Entwicklungsrichtung auffaßt, die schon frühzeitig von der zu den echten Wirbeltieren führenden stammesgeschichtlichen Linie abgezweigt ist. Dementsprechend konnten die Schädellosen eine Reihe ursprünglicher Eigentümlichkeiten bewahren.

Literaturhinweise

Das Verzeichnis enthält eine Auswahl allgemeinverständlicher wie fachwissenschaftlicher Bücher und Abhandlungen in deutscher Sprache über die in diesem Band behandelten Tiere. Abkürzungen: Bd. = Band, H. = Heft.

- Ankel, W.: *Prosobranchia*. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. Becker & Erler, Leipzig 1936.
- Beebe, W.: 923 Meter unter dem Meeresspiegel. Brockhaus, Leipzig 1935.
- Bentham-Jutting, v.: *Scaphopoda*. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. Becker & Erler, Leipzig 1926.
- Boettger, C. R.: *Basommatophora*. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. Becker & Erler, Leipzig 1944.
- Brehms Tierleben. Bd. 1 (Niedere Tiere). Bibliographisches Institut, Leipzig 1925.
- Brohmer, P.: *Fauna von Deutschland*. Quelle & Meyer, Heidelberg 1969.
- Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs: 4. Bd. Vermes, IV Abteilung Tentaculaten, Chaetognathen u. Hemichordaten. 1. Buch: Phoronidea, Ektoprokta u. Brachiopoda.
- Buchsbaum, R., und L. J. Milne: *Niedere Tiere*. Knaurs Tierreich in Farben, Droemer-Knaur, München/Zürich 1963.
- Coker, R. E.: *Das Meer – der größte Lebensraum*. Parey, Hamburg/Berlin 1966.
- Cori, C.: *Phoronidea*. Handbuch der Zoologie von Kükenthal/Krumbach: Bd. III, 2. Hälfte, 10. Lieferung, Gruyter, Berlin 1937.
- : *Tentaculata*. Handbuch der Zoologie von Kükenthal/Krumbach: Bd. III, 2. Hälfte, 10. Lieferung, Gruyter, Berlin 1937.
- : *Bryozoa*. Handbuch der Zoologie von Kükenthal/Krumbach: 15. u. 16. Lieferung, Gruyter, Berlin 1941.
- Crome, W., Gottschalk, R., Hannemann, H.-J., Hartwick, G., und R. Kilias: *Urania Tierreich*. Wirbellose Tiere 1. Deutsch, Frankfurt a. M./Zürich 1969.
- Dahl, F. v., und H. Bischoff: *Die Tierwelt Deutschlands*. Fischer, Jena 1930.
- Eibl-Eibesfeldt, I.: *Grundriß der vergleichenden Verhaltensforschung*. Ethologie. Piper, München 1967.
- Engelhardt, W.: *Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher?* Kosmos, Frankh, Stuttgart 1955.
- Floericke, K.: *Schnecken und Muscheln*. Kosmos, Frankh, Stuttgart 1920.
- Frey, H.: *Das Aquarium von A–Z*. Neumann, Radebeul 1957.
- Geyer, D.: *Unsere Land- und Süßwassermollusken*. Stuttgart 1927.
- Haas, F.: *Lamellibranchia*. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. Becker & Erler, Leipzig 1926.
- Hafner, F.: *Nordseemuscheln*. Arten und Formen. Kupferberg, Berlin 1939.
- Hässlein, L.: *Weichtierfauna der Landschaften an der Pegnitz*. Ein Beitrag zur Ökologie und Soziologie niederer Tiere. Naturhistorische Gesellschaft, Nürnberg 1960.
- Helmcke, J. G.: *Brachiopoda*. Handbuch der Zoologie von Kükenthal/Krumbach: 13. Lieferung, Gruyter, Berlin 1939.
- Hesse, R., und F. Doflein: *Tierbau und Tierleben*. Fischer, Jena 1935.
- Hoc, S.: *Die Moostiere der deutschen Süß-, Brack- und Küstengewässer*. Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt 1963.
- Hoffmann, H.: *Opisthobranchia, Pteropoda*. Die Tierwelt d. Nord- u. Ostsee. Becker & Erler, Leipzig 1926.
- : *Gastropoda*. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 6, Fischer, Jena 1934.
- : *Mollusca*. Handbuch der Biologie, VI, H. 6, Potsdam 1950.
- Jaekel, S. H.: *Unsere Süßwassermuscheln*. Neue Brehm-Bücherei, Leipzig 1952.
- : *Die Schlammschnecken unserer Gewässer*. Neue Brehm-Bücherei, Leipzig 1953.
- : *Weichtiere*. Das Tierreich, Bd. V, Sammlung Götschen, Gruyter, Berlin 1954.
- : *Bau und Lebensweise der Tiefseemollusken*. Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt 1955.
- : *Stachelhäuter. Tentakulaten, Binnenatmer und Pfeilwürmer*. Das Tierreich, Bd. VI, Sammlung Götschen, Gruyter, Berlin 1955.
- : *Kopffüßer (Tintenfische)*. Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt 1957.
- : *Die Schlammschnecken unserer Gewässer*. Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt 1967.
- Janus, O.: *Unsere Muscheln und Schnecken*. Kosmos, Frankh, Stuttgart 1968.
- Johansson, K. E.: *Pogonophora*. Handbuch der Zoologie von Kükenthal/Krumbach, Bd. 3, Teil 2, 18. Lieferung, Gruyter, Berlin 1968.
- Kaestner, A.: *Lehrbuch der Speziellen Zoologie*. Teil I: Wirbellose. Fischer, Stuttgart 1963.
- Kirsteuer, E.: *Morphologie, Histologie und Entwicklung der Pogonophora, Hemichordata und Chaetognatha*. Fortschritte der Zoologie, Bd. 20, 2, Fischer, Stuttgart 1963.
- Krumbach, Th.: *Oligomera*. Handbuch der Zoologie von Kükenthal/Krumbach: Bd. III, 2. Hälfte, 10. Lieferung, Gruyter, Berlin 1937.
- Kuckuck, P.: *Der Strandwanderer*. Lehmanns, München 1929.
- Kuhn, O.: *Die vorzeitlichen Wirbellosen – System und Evolution*. Oeben, Krailling 1966.

- Liebmann, H.: *Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie*. Oldenbourg, München 1951.
- Luther, W., und K. Fiedler: *Die Unterwasserfauna der Mittelmeerküsten*. 2., neubearb. Aufl., Parey, Hamburg/Berlin 1965.
- Marcus, E. und E.: *Opisthobranchia aus dem Roten Meer und von den Malediven*. Steiner, Wiesbaden 1960.
- Marshall, N. B.: *Tiefseebiologie*. VEB Fischer, Jena 1957.
- Mehl, S.: *Die Lebensbedingungen der Leberegel-schnecke (Galba truncatula Müller)*. Datterer, Freising-München 1932.
- Meyer, V.: *Tintenfische*. Leipzig 1913.
- Naef, A.: *Cephalopoda*. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 2, Fischer, Jena 1933.
- Nordsieck, F.: *Die europäischen Meeres-Gehäuse-schnecken (Prosobranchia)*. Fischer, Stuttgart 1968.
- Riedl, R.: *Fauna und Flora der Adria*. Parey, Hamburg/Berlin 1963.
- : *Biologie der Meereshöhlen*. Parey, Hamburg/Berlin 1966.
- Salvini-Plawen, L. v.: *Schildfüßer und Furchenfüßer — verkannte Weichtiere am Meeresgrund*. Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt 1964.
- Schilder, M.: *Die Kaurischnecke*. Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt 1952.
- Schindewolf, O. H.: *Studien zur Stammesgeschichte der Ammoniten*. Steiner, Wiesbaden 1961 bis 1968.
- Steinecke, F.: *Der Süßwassersee*. Studienbücher deutscher Lebensgemeinschaften, Bd. I, Leipzig 1940.
- Thiele, J.: *Solenogastres*. Mollusca. Handbuch der Zoologie von Kükenthal/Krumbach, Leipzig 1926.
- : *Bivalvia*. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 1, Fischer, Jena 1931.
- : *Loricata*. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 6, Fischer, Jena 1932.
- : *Mollusca*. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 6, Fischer, Jena 1932.
- : *Scaphopoda*. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 8, Fischer, Jena 1933.
- : *Solenogastres*. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 9, Fischer, Jena 1934.
- Thienemann, A.: *Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt*. Die Binnengewässer, Bd. XVIII, Stuttgart 1950.
- Van der Horst, C. J.: *Hemichordata*. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Bd. IV, Abt. 4, Buch 2, Teil 2, 1939.
- Wells, M.: *Wunder primitiven Lebens*. Kindler, München 1968.
- Wesenberg-Lund, C. v.: *Biologie der Süßwassertiere*. Wirbellose Tiere. Springer, Wien 1939.
- Wickler, W.: *Das Meeresaquarium*. Kosmos, Franckh, Stuttgart 1962.
- : *Mimikry*. Kindler, München 1968.

Systematische Übersicht

Die Seitenzahlen mit * verweisen auf Farb- und Randabbildungen, Seitenzahlen ohne * auf den Hauptartikel, ein Strich anstelle der Seitenzahl bezieht sich auf im Text nicht erwähnte Familien, Gattungen und Arten. † bedeutet fossil.

Stamm Weichtiere (Mollusca)

Unterstamm Stachelweichtiere (Aculifera)

Klasse Furchenfüßer (Solenogastres)

Familie Neomeniidae	30	Salvini-Plawen, 1967	31
Gattung Stilett-Leistenfüße (<i>Genitoconia</i>)	30	Gattung <i>Dorymenia</i>	31
Rosafarbener Stilett-Leistenfuß, <i>G. rosea</i>		Walzen-Furchenfuß, <i>D. vagans</i>	
Salvini-Plawen, 1967	30/31	(Kowalevsky & Marion, 1887)	31
Gattung <i>Rhopalomenia</i>	31	Gattung <i>Pruvotina</i>	31
Schmarotzerschlauch, <i>Rh. aglaophenia</i>		<i>P. impexa</i> (Pruvot, 1890)	31
(Kowalevsky & Marion, 1887)	31	<i>P. providens</i> Thiele, 1913	32
Gattung Glattfüße (<i>Nematomenia</i>)	31	Gattung <i>Epimenia</i>	32
Schlundkegel-Glattfuß, <i>N. banyulensis</i>		Warziger Furchenfuß, <i>E. verrucosa</i>	
(Pruvot, 1890)	31	(Nierstrasz, 1902)	32
Gelber Glattfuß, <i>N. flavens</i> (Pruvot, 1890)	31	Gattung <i>Halomenia</i>	32
Tarnglattfuß, <i>N. coralliophila</i>		<i>H. grvida</i> Heath, 1911	32
(Kowalevsky, 1881)	31	Gattung <i>Forcepimonia</i>	32
Gattung <i>Eleutheromenia</i>	31	<i>F. protecta</i> Salvini-Plawen, 1969	32
<i>E. sierra</i> (Pruvot, 1890)	31	Gattung <i>Strophomenia</i>	32
Gattung <i>Proneomenia</i>	31	<i>St. indica</i> (Nierstrasz, 1902)	32
<i>P. sluiteri</i> Hubrecht, 1880	31	Gattung <i>Alexandromenia</i>	—
Gattung <i>Neomenia</i>	31	<i>A. agassizi</i> Heath, 1911	—
Kielmondling, <i>N. carinata</i> Tullberg, 1875	31*	Gattung <i>Anamenia</i>	—
Gattung <i>Biserramenia</i>	31	<i>A. agassizi</i> (Heath, 1918)	—
Sand-Furchenfuß, <i>B. psammobionta</i>			

Klasse Schildfüßer (Caudofoveata)

Familie Limifossoridae	34	Gattung Zangenschildfüße (<i>Falcidens</i>)	34
Gattung <i>Scutopus</i>	33	<i>F. sagittiferus</i> Salvini-Plawen, 1968	34
Echter Schildfuß, <i>S. ventrolineatus</i>		Gemeiner Zangenschildfuß, <i>F. crossotus</i>	
Salvini-Plawen, 1968	33*	Salvini-Plawen, 1968	33* 34 37
Gattung <i>Limifossor</i>	34	Einfacher Zangenschildfuß, <i>F. gutturosus</i>	
Schlamm-Maulwurf, <i>L. talpoideus</i> Heath, 1904	34	(Kowalevsky, 1901)	33* 37
Familie Prochaetodermatidae	34	Loven's Zangenschildfuß <i>F. loveni</i>	
Gattung Doppelschildfüße (<i>Prochaetoderma</i>)	34	(Nierstrasz, 1902)	—
Einfacher Doppelschildfuß, <i>P. raduliferum</i>		Gattung <i>Chaetoderma</i>	34 37
(Kowalevsky, 1901)	33*	Gemeiner Schildfuß, <i>Ch. nitidulum</i>	
Familie Chaetodermatidae	34	Loven, 1844 oder <i>Crystallopbisson</i> n.	33* 34
		<i>Ch. canadense</i> Nierstrasz, 1902	37

Klasse Käferschnecken (Placophora)

Ordnung Einfachschalige Käferschnecken (Lepidopleurina)

Familie Lepidopleuridae	38	<i>L. medinae</i> Plate, 1902	38
Gattung <i>Lepidopleurus</i>	38	Sand-Käferschnecke, <i>L. intermedius</i>	
Assel-Käferschnecke, <i>L. asellus</i> (Spengler, 1797)	38	Salvini-Plawen, 1968	39

Kugel-Käferschnecke, <i>L. cancellatus</i> (Sowerby, 1839)	39
Rippen-Käferschnecke, <i>L. cajetanus</i> (Poli, 1791)	39
<i>L. benthus</i> Haddon, 1855	39
<i>L. belknapi</i> (Dall, 1878)	39
Familie Hanleyidae	39

Gattung <i>Hemiarthrum</i>	39
<i>H. setulosum</i> Dall, 1876	39
Gattung <i>Hanleya</i>	39
<i>H. hanleyi</i> (Dean, 1844)	39
Familie Chorioplacidae	—

Ordnung Gekerbtschalige Käferschnecken (Ischnochitonina)

Familie Subterenochitinidae	—
Familie Ischnochitonidae	—
Gattung <i>Lepidochitona</i>	39
Aschgraue Käferschnecke, <i>L. cinereus</i> (Linné, 1766)	39
Zwitter-Käferschnecke, <i>L. raymondi</i> Pilsbry, 1894	39
Gattung <i>Ischnochiton</i>	39
<i>I. imitator</i> (Smith, 1881)	39
<i>I. hewitti</i> Ashby	39
<i>I. varians</i> (Plate, 1902)	—
Familie Schizoplacidae	—
Familie Chitonidae	—
Gattung <i>Acanthopleura</i>	39
<i>A. spiniger</i> (Sowerby, 1840)	39
Gattung <i>Chiton</i>	40
<i>Ch. barnesi</i> Gray, 1847	40
<i>Ch. nigrovirens</i> Blainville, 1825	40
Mittelmeer-Chiton, <i>Ch. olivaceus</i> Spengler, 1797	40
Westindischer Chiton, <i>Ch. tuberculatus</i> Linné, 1758	40* 40
Familie Callistoplacidae	—
Gattung <i>Notochiton</i>	40

<i>N. mirandus</i>	40
Gattung <i>Nuttalochiton</i>	40
<i>N. hyadesi</i> (Rochebrune, 1889)	40
Gattung <i>Nuttalina</i>	—
<i>N. thomasi</i> Pilsbry, 1898	40
Gattung <i>Middendorfia</i>	40
<i>M. polii</i> (Philippi, 1836)	40
Gattung <i>Callistochiton</i>	40
<i>C. viviparus</i> Plate, 1902	40
Familie Schizochitonidae	—
Familie Callochitonidae	—
Gattung <i>Callochiton</i>	40
Rote Käferschnecke, <i>C. laevis</i> (Montagu, 1803)	40
Familie Mopaliidae	40
Gattung <i>Amicula</i>	40
Arktische Löcher-Käferschnecke, <i>A. vestita</i> (Broderip & Sowerby, 1829)	40
Gattung <i>Placiphorella</i>	40/41
<i>P. velata</i> Dall, 1878	41
Gattung <i>Mopalia</i>	41
<i>M. hindsii</i> (Reeve, 1847)	41
Familie Chaetopleuridae	—
Gattung <i>Chaetopleura</i>	41
<i>Ch. papilio</i> (Spengler, 1797)	41

Ordnung Stachel-Käferschnecken (Acanthochitonina)

Familie Acanthochitonidae	41
Gattung Stachel-Käferschnecken i. e. S. (<i>Acanthochiton</i>)	41
Europäische Stachel-Käferschnecke, <i>A. fascicularis</i> (Linné, 1766)	41
Gemeine Stachel-Käferschnecke, <i>A. communis</i>	—

(Risso, 1826)	41
Gattung <i>Cryptochiton</i>	41
Große Mantel-Käferschnecke, <i>C. stelleri</i> (Middendorff, 1849)	41
Gattung <i>Cryptoplax</i>	41
<i>C. larvaeformis</i> (Burrow, 1815)	41

Unterstamm Schalenweichtiere (Conchifera)

Klasse Napfschaler (Tryblidiacea)

Familie Tryblidiidae	—
Gattung <i>Neopilina</i>	48/49
<i>N. galathea</i> Lemche, 1957	48* 48
<i>N. galathea adenensis</i> Tebble, 1967	49
<i>N. ewingi</i> Clarke & Menzies, 1959	49
<i>N. veleronis</i> Menzies & Layton, 1961	49

<i>N. bruuni</i> Menzies, 1967	48/49
<i>N. bacescui</i> Menzies, 1967	49
Familie Cyrtoneillidae	—
Gattung <i>Sinuuitopsis</i>	48/49
<i>S. acutilira</i> (Hall, 1861)	48

Klasse Schnecken (Gastropoda)

Unterklasse Gekreuztnervige Schnecken (Streptoneura)

Ordnung Altschnecken oder Schildkiemer (Diotocardia)

Überfamilie Paarkiemer (Pleurotomarioidea oder Zeugobranchia)

Familie Schlitzbandschnecken (Pleurotomariidae)	54	Familie Lochschnecken (Fissurellidae)	57
Gattung <i>Pleurotomaria</i>	—	Gattung Ausschnittschnecken (<i>Emarginula</i>)	57
Millionärschnecke, <i>P. beyrichi</i>		Mittelländische Ausschnittschnecke, <i>E. huzardi</i>	
Hilgendorf, 1877	53*	Payraudeau, 1826	57
Westindische Schlitzbandschnecke,		Gemeine Ausschnittschnecke, <i>E. cancellata</i>	
<i>P. adansoniana</i> Crosse & Fischer, 1861	54	Philippi, 1836	—
		Knotige Ausschnittschnecke, <i>E. papillosa</i>	
		Risso, 1826	—
Familie Rißschnecken (Scissurellidae)	54	Gattung <i>Puncturella</i>	—
Gattung Rißschnecken (<i>Scissurella</i>)	54	Nordische Lochschnecke, <i>P. noachina</i>	
Mittelländische Rißschnecke, <i>Sc. costata</i>		(Linné, 1758)	57
d'Orbigny, 1823	54	Gattung Lochschnecken i. e. S. (<i>Fissurella</i>)	57
Gemeine Rißschnecke, <i>Sc. crispata</i> Fleming,		Echte Lochschnecke, <i>F. nubecula</i> (Linné, 1758)	57
1832 oder <i>Schizotrochus cr.</i>	54	Gattung Schwellenschnecken (<i>Diodora</i>)	57
		Mittelländische Schwellenschnecke, <i>D. italica</i>	
Familie Meerohren (Haliotidae)	54	(Defrance, 1820)	57
Gattung Seeohren (<i>Haliotis</i>)	54	Europäische Schwellenschnecke, <i>D. graeca</i>	
Gemeines Seeohr, <i>H. tuberculata</i> Linné, 1758	54	(Linné, 1758) oder <i>D. apertura</i>	57
Mittelländisches Seeohr, <i>H. lamellosa</i>		Gattung <i>Lucapina</i>	—
Lamarck, 1822	54	Riesenlochsnecke, <i>L. crenulata</i>	
<i>H. kamtschatkana</i> Jonas, 1844		(Sowerby, 1825)	74* —

Überfamilie Balkenzüngler (Patelloidea oder Docoglossa)

Familie Napfschnecken (Patellidae)	57	Familie Acmaeidae	57
Gattung Napfschnecken (<i>Patella</i>)	57/58	Gattung <i>Acmaea</i>	59
Gemeine Napfschnecke, <i>P. vulgata</i> Linné, 1758	58	Klippkleber, <i>A. virginea</i> (Müller, 1776)	59
Gewöhnliche oder blaue Napfschnecke,		Schildkrötenschnecke, <i>A. testudinalis</i>	
<i>P. coerulea</i> Linné, 1758	58	(Müller, 1766)	59
Lusitanische Napfschnecke, <i>P. rustica</i>			
Linné, 1758 oder <i>P. lusitanica</i>	58	Familie Lepetidae	57
Gattung <i>Patina</i>	58	Gattung <i>Propilidium</i>	58/59
Blaugebänderte Napfschnecke, <i>P. pellucida</i>		<i>P. ancyloide</i> (Forbes, 1840)	58/59
(Linné, 1758)	58		

Überfamilie Cocculinacea

Familie Cocculinidae	59	Gattung <i>Addisonia</i>	59
		Tiefsee-Napfschnecke, <i>A. paradoxa</i> (Dall, 1882)	59
Familie Lepetellidae	59		

Überfamilie Kreiselschnecken (Trochoidea)

Familie Trochidae	59	Bunter Kreisel, <i>C. zyziphinus</i> (Linné, 1758)	
Gattung <i>Tectus</i>	59	oder <i>Trochus conuloide</i> Lamarck	59
Riesen-Kreiselschnecke, <i>T. niloticus</i>		Mittelländischer Kreisel, <i>C. laughieri</i>	
(Linné, 1758) oder <i>Trochus niloticus</i>	59	(Payraudeau, 1826)	59
Gattung <i>Calliostoma</i>	59	<i>C. annulatum</i> (Martyn, 1784)	74* —

Gattung <i>Gibbula</i>	60	Familie Turbinidae	60
Friesenknopf, <i>G. cineraria</i> (Linné, 1758)	60	Gattung <i>Turbo</i>	60
Knorrige Kreiselschnecke, <i>G. magus</i> (Linné, 1758)	60	Marmorierte Kreiselschnecke, <i>T. marmoratus</i> (Linné, 1758) oder <i>Oleara marmoratus</i>	60
<i>G. divaricata</i> (Linné, 1758)	60	Ölkrug, <i>T. olearius</i> Gmelin, 1788	60
<i>G. tumida</i> (Montagu, 1803)	60	Gattung <i>Astraea</i>	60
Mittelländischer Schmuckkreisel, <i>G. adriatica</i> Philippi, 1844 oder <i>G. adansoni</i>	60	Stachelschnecke, <i>A. rugosa</i> (Linné, 1758)	60
Gattung <i>Monodonta</i>	60	Familie Skeneidae (Cyclostrematidae p. p.)	60
Turbanschnecke, <i>M. turbinata</i> (Born, 1870)	60	Gattung <i>Tubiola</i>	60
Gattung <i>Jujubinus</i>	60	<i>T. nitens</i> (Philippi, 1844) oder <i>Cyclostrema nitens</i>	60
Kegelige Kreiselschnecke, <i>J. exasperatus</i> (Pennant, 1777) oder <i>Cantharidus exasperatus</i>	60	Familie Phasianellidae	60
Gattung <i>Angaria</i>	60	Gattung <i>Tricolia</i>	60
Delphinschnecke, <i>A. delphinus</i> (Linné, 1758)	60	Kleine Doppelfußschnecke, <i>T. pulla</i> (Linné, 1758)	60
Familie Stomatellidae	60	Familie Orbitestellidae	61

Überfamilie Nixenschnecken (Neritoidea)

Familie Neritopsidae	61	(Pfeiffer, 1828)	61
Gattung <i>Neritopsis</i>	61	Höhlen-Schwimmschnecke, <i>Th. subterrelictus</i>	62
<i>N. radula</i> (Linné, 1758)	61	Schütt, 1963	62
Familie Neritidae	61	Familie Phenacopatidae	—
Gattung <i>Smaragdia</i>	61	Familie Hydrocenidae	62
<i>S. viridis</i> (Linné, 1758)	61	Gattung <i>Hydrocena</i>	62
Gattung Schwimmschnecken (<i>Theodoxus</i>)	61	<i>H. cattaroensis</i> (Pfeiffer, 1841)	62
Südtalienische Schwimmschnecke, <i>Th. meridionalis</i> (Philippi, 1836)	61	Familie Helicinidae	62
Fluß-Schwimmschnecke, <i>Th. fluviatilis</i> (Linné, 1758)	61	Gattung <i>Helicina</i>	62
Sarmatische Schwimmschnecke, <i>Th. danubialis</i> (Pfeiffer, 1828)	61	<i>H. neritella</i> Lamarck, 1799	62
Binden-Schwimmschnecke, <i>Th. transversalis</i> (Pfeiffer, 1828)	61	Gattung <i>Sulfurina</i>	62
Thermal-Schwimmschnecke, <i>Th. prevostianus</i>	61	<i>S. citrina</i> (Grateloup, 1840)	62
		Familie Titiscaniidae	62
		Gattung <i>Titiscania</i>	62
		<i>T. limacina</i> Bergh, 1890	62

Ordnung Kammkiemer (Monotocardia)

Unterordnung Breitzügler (Taenioglossa oder Mesogastropoda)

Überfamilie Architaenioglossa oder Cyclophoroidea

Familie Cyclophoridae	63	Familie Sumpfedeckelschnecken (Viviparidae)	—
Gattung <i>Craspedopoma</i>	—	Gattung Sumpfedeckelschnecken (<i>Viviparus</i>)	—
<i>C. lyonetianum</i> (Lowe, 1852)	63	Gemeine Sumpfedeckelschnecke, <i>V. contectus</i> (Millet, 1813) oder <i>Paludina vivipara</i> , Drap.	63
Familie Poteriidae	63	Echte oder Stumpfe Sumpfedeckelschnecke, <i>V. viviparus</i> (Linné, 1758) oder <i>V. fasciatus</i> Müller	67
Familie Pupinidae	63	Familie Blasenschnecken (Ampullariidae)	67
Familie Turmdeckelschnecken (Cochlostomatidae)	63	Gattung <i>Ampullarius</i>	67
Gattung Turmdeckelschnecken (<i>Cochlostoma</i>)	—	Große Kugelschnecke, <i>A. gigas</i> Spix, 1827	67
Gefleckte Turmdeckelschnecke, <i>C. septemspirale</i> (Razoumowsky, 1789)	63	Apfelschnecke, <i>A. scalaris</i> d'Orbigny, 1835	—
Schlanke Turmdeckelschnecke, <i>C. henricae</i> Wagner, 1897	63		

Überfamilie Valvatoidea

Familie Federkiemenschnecken (Valvatidae)	67	Gattung <i>Tropidina</i>	—
Gattung <i>Valvata</i>	67	Sumpf-Federkiemenschnecke, <i>Tr. macrostoma</i>	68
Teich-Federkiemenschnecke, <i>V. piscinalis</i>		(Steenbuch, 1847)	68
Müller, 1774	67	Gattung <i>Borysthenia</i>	68
Scheibenförmige Federkiemenschnecke,		Blasige Federkiemenschnecke, <i>B. naticina</i>	
<i>V. cristata</i> Müller, 1774	68	(Menke, 1845)	68

Überfamilie Littorinoidea

Familie Pomatiasidae	68	Stumpfe Strandschnecke, <i>L. obtusata</i>	
Gattung <i>Pomatias</i>	68	(Linné, 1758) oder <i>L. littoralis</i>	68
Gemeine Landdeckelschnecke, <i>P. elegans</i>		Gewöhnliche Strandschnecke, <i>L. neritoides</i>	
(Müller, 1774) oder <i>Cyclostoma elegans</i>	68	(Linné, 1758)	68
Familie Chondropomidae	68	Gattung <i>Cremnoconchus</i>	69
		<i>Cr. conicus</i> Blanford, 1869	69
Familie Strandschnecken (Littorinidae)	68	Familie Lacunidae	69
Gattung Strandschnecken (<i>Littorina</i>)	—	Gattung <i>Lacuna</i>	69
Große oder Gemeine Strandschnecke, <i>L. littorea</i>		<i>L. vineta</i> (Montagu, 1803) oder <i>L. divaricata</i>	69
(Linné, 1758)	68	Gattung <i>Stenotis</i>	69
Felsen- oder Rauhe Strandschnecke, <i>L. saxatilis</i>		<i>St. pallidula</i> (DaCosta, 1778) oder	
(Olivier, 1792)	68	<i>Lacuna neritoidea</i>	69

Überfamilie Risssooidea

Familie Schnauzenschnecken (Hydrobiidae)	69	Familie Bithyniidae oder Bulimidae	70
Gattung <i>Potamogyrus</i>	70	Gattung Langfühlerschnecken (<i>Bithynia</i>)	70
<i>P. jenkinsi</i> (Smith, 1889)	70	Große Langfühlerschnecke, <i>B. tentaculata</i>	
Gattung <i>Peringia</i>	70	(Linné, 1758)	70
Gemeine Wattschnecke, <i>P. ulvae</i>		Runde Langfühlerschnecke, <i>B. leachi</i>	
(Pennant, 1777) oder <i>Hydrobia ulvae</i>	70	Sheppard, 1823	70
Gattung <i>Hydrobia</i>	70	Familie Iravadiidae	—
Hängende Wattschnecke, <i>H. ventrosa</i>		Familie Micromelaniidae	—
(Montagu, 1803) oder <i>H. stagnalis</i>	70	Familie Risssoidae	69
Gattung <i>Lithoglyphus</i>	70	Gattung <i>Turboella</i>	69
<i>L. naticoides</i> (Pfeiffer, 1828)	70	<i>T. inconspicua</i> oder <i>Rissoa inconspicua</i>	
Gattung <i>Bythinella</i>	70	(Alder, 1844)	69
Quellenschnecke, <i>B. austriaca</i>		Gattung <i>Alvania</i>	69
v. Frauenfeld, 1859	70	<i>A. reticulata</i> (Montagu, 1803)	69
Gattung <i>Amnicola</i>	70	Gattung <i>Rissoa</i>	69
Seeschnecke, <i>A. steini</i> (v. Martens, 1858)	70	<i>R. violacea</i> Desmarest, 1814	69
Gattung <i>Paladilhia</i>	70	Familie Assimineidae	69
<i>P. bourguignati</i> (Locard, 1883) oder <i>Avenionia</i>		Gattung <i>Assiminea</i>	69
<i>bourguignati</i>	70	<i>A. grayana</i> Flemming, 1828	69
Gattung <i>Lartetia</i>	70	Familie Nadelschnecken (Aciculidae)	69
Zwerghöhlschnecke, <i>L. quenstedti</i>		Gattung <i>Acicula</i>	69
Wiedersheim, 1873	70	Glatte Nadelschnecke, <i>A. polita</i>	
Zwerghöhlschnecke, <i>L. rougemonti</i>		(Hartmann, 1890)	69
Clessin, 1882	70	Familie Vitrinellidae oder Tornidae	69/70
Gattung <i>Paladilhops</i>	70	Gattung <i>Tornus</i>	75
Zwerghöhlschnecke, <i>P. geyeri</i> Fuchs, 1925	70	<i>T. subcarinatus</i> (Montagu, 1803) oder	
Familie Truncatellidae	70	<i>Adeorbis subcarinatus</i>	75
Gattung <i>Truncatella</i>	70	Gattung <i>Circulus</i>	75
<i>Tr. subcylindrica</i> (Linné, 1758) oder <i>Tr. truncata</i>	70	<i>C. striatus</i> (Philippi, 1836)	75
Familie Hydrococcidae	—		
Familie Stenothyridae	—		

Überfamilie Rissoelloidea

Familie Omalogyridae	75	Familie Cingulopsidae	75
Gattung <i>Omalogyra</i>	75	Gattung <i>Cingulopsis</i>	75
<i>O. atomus</i> (Philippi, 1844)	75	<i>C. fulgida</i> (Adams, 1854)	75
Familie Skeneopsidae	75	Familie Rissoellidae	75
Gattung <i>Skeneopsis</i>	75	Gattung <i>Rissoella</i>	75
<i>Sk. planorbis</i> (Fabricius, 1780)	75	<i>R. glabra</i> (Alder, 1844) oder <i>R. diaphana</i>	75

Überfamilie Cerithioidea

Familie Sonnenschnecken (Architectonicidae oder Solaridae)	75	Familie Thiaridae oder Melaniidae	76/77
Gattung <i>Architectonica</i>	76	Familie Melanopsidae	77
Sonnenuhr, <i>A. perspectiva</i> (Linné, 1758)	76	Gattung <i>Fagotia</i>	77
Gattung <i>Philippia</i>	76	<i>F. acicularis</i> (Ferussac, 1823)	77
<i>Ph. hybrida</i> (Linné, 1758) oder <i>Ph. conulus</i>	76	<i>F. esperi</i> (Ferussac, 1823)	77
Gattung <i>Heliacus</i>	76	Gattung <i>Amphimelania</i>	77
<i>H. cylindricus</i> (Gmelin, 1791) oder		<i>A. holandri</i> (Ferussac, 1828)	77
<i>Torinia cylindricus</i>	76	<i>A. parvula</i> (Schmidt) Brot, 1862	77
Familie Mathildidae	76	Familie Pleuroceridae	76/77
Gattung <i>Mathilda</i>	76	Familie Planaxidae	76/77
<i>M. quadricarinata</i> (Brocchi, 1814)	76* 76	Familie Modulidae	76/77
Familie Turmschnecken (Turritellidae)	76	Familie Potamididae	77
Gattung <i>Turritella</i>	76	Gattung <i>Pirenella</i>	77
Gemeine Turmschnecke, <i>T. communis</i>	76	<i>P. conica</i> (Blainville, 1830)	77
(Risso, 1826)	76	Familie Diastomidae oder Finellidae	77
Gattung <i>Archimediella</i>	76	Gattung <i>Cerithidium</i>	77
Gekielte Turmschnecke, <i>A. triplicata</i>	76	<i>C. submammillatum</i> (Rayneval)	
(Brocchi, 1814)	76	Monterosato, 1884 oder <i>C. pusillum</i> Jeffreys	77
Gattung <i>Tenagodus</i>	76	Familie Seenadelschnecken (Cerithiidae)	77
Schlangenschnecke, <i>T. obtusus</i>	76	Gattung <i>Bittium</i>	77
(Schumacher, 1817)	76	Netzhornschnecke, <i>B. reticulatum</i>	
Familie Wurmschnecken (Vermetidae)	76	(DaCosta, 1779)	77
Gattung <i>Vermetus</i>	76	Gattung Seenadelschnecken (<i>Gourmya</i>)	77
Adansons Wurmschnecke, <i>V. adansoni</i>	76	Gemeine Seenadelschnecke, <i>G. vulgata</i>	
Daudin, 1800	76	(Brugiere, 1789) oder <i>Cerithidium vulgata</i>	77
Gattung <i>Serpulorbis</i>	76	Gewöhnliche Seenadelschnecke, <i>G. rupestris</i>	
Mitteländische Wurmschnecke, <i>S. arenaris</i>	76	(Risso, 1826) oder <i>Cerithidium rup.</i>	77
(Linné, 1758) oder <i>Lemantina cuvieri</i>	76	Familie Cerithiopsidae	77
Gattung <i>Bivonia</i>	76	Gattung <i>Cerithiopsis</i>	77
Dreikant-Wurmschnecke, <i>B. triquetra</i>	76	Höckrige Spitznadel, <i>C. tubercularis</i>	
(Bivona, 1832)	76	(Montagu, 1803)	77* 77
Familie Caecidae	77	Familie Verkehrttschnecken (Triphoridae)	77
Gattung <i>Caecum</i>	77	Gattung <i>Triphora</i>	77
<i>C. trachea</i> (Montagu, 1803) oder		Echte Verkehrttschnecke, <i>T. perversa</i>	
<i>C. imperforatum</i>	77	(Linné, 1758)	77
<i>C. glabrum</i> (Montagu, 1803)	77* 77		
Familie Syrnolopsidae	75		
Familie Abysochoridae	75		

Überfamilie Fiederzüngler (Epitonioida oder Ptenoglossa)

Familie Wendeltreppenschnecken (Epitoniidae)	78	Lamellen-Wendeltreppe, <i>C. communatum</i>	
Gattung <i>Epitonium</i>	78	(Monterosato, 1877)	78
Gemeine Wendeltreppe, <i>E. clathrus</i>			
(Linné, 1758) oder <i>Scala clathrus</i>	77*		78
Gattung <i>Opalia</i>	78	Familie Veilchenschnecken (Janthinidae)	78
Rote Wendeltreppe, <i>O. crenata</i> (Linné, 1758)	78	Gattung <i>Janthina</i>	78
Gattung <i>Cirsotrema</i>	78	Veilchenschnecke, <i>J. janthina</i> (Linné, 1758) oder	
		<i>J. communis</i>	77* 78

Überfamilie Eulimoidea

Familie Aclididae	78	<i>P. stylifera</i> (Turton)	81
Gattung <i>Aclis</i>	78	<i>P. profunda</i> Köhler & Vaney, 1908	81
Falsche Turmschnecke, <i>A. supranitida</i>		Gattung <i>Gasterosiphon</i>	81
(Wood, 1842) oder <i>A. minor</i>	78	<i>G. deimatis</i> (Köhler & Vaney, 1903)	82* 81
Familie Eulimidae oder Melanellidae	78	Familie Paedophoropodidae	81
Gattung <i>Leiostraca</i>	78	Gattung <i>Paedophoropus</i>	81
<i>L. subulata</i> (Donovan, 1845) oder		<i>P. dicoelobius</i> Ivanov, 1933	81
<i>Strombiformis glabra</i>	81	Familie Entoconchidae	81
Gattung <i>Eulima</i>	81	Gattung <i>Entocolax</i>	81
<i>E. incurva</i> (Renier, 1804) oder <i>Melanella distorta</i>	81	<i>E. ludwigi</i> Voigt, 1888	81
<i>E. perminima</i> Jeffreys, 1883 oder <i>Melanella</i>		Gattung <i>Thyonicola</i>	—
<i>perminima</i>	81	<i>Th. americana</i> Tikasingh, 1961	—
Gattung <i>Balcis</i>	81	Gattung <i>Enteroxenos</i>	81
<i>B. polita</i> (Linné, 1758) oder <i>Eulima alba</i>	81	<i>E. östergreni</i> Bonnevie, 1902	81
Familie Stiliferidae	81	Gattung <i>Entoconcha</i>	81
Gattung <i>Pelseneeria</i>	81	<i>E. mirabilis</i> Müller, 1852	81

Überfamilie Hipponicoidea oder Amaltheoidea

Familie Vanikoridae	82	Dragonerkappe, <i>Ch. equestris</i> (Linné, 1758)	82
Familie Hipponicidae oder Amalthidae	82	Familie Fossaridae	82
Gattung <i>Cheila</i>	82	Gattung <i>Fossarus</i>	82
		<i>F. costatus</i> (Brocchi, 1814)	82

Überfamilie Calyptraeoidae

Familie Trichotropidae	82	Familie Calyptraeidae	82
Gattung <i>Trichotropis</i>	82	Gattung <i>Calyptraea</i>	82
<i>Tr. borealis</i> Broderip & Sowerby, 1829	82	Chinesenhut, <i>C. chinensis</i> (Linné, 1758)	82
Familie Hutschnecken (Capulidae)	82	Gattung <i>Crepidula</i>	82
Gattung <i>Capulus</i>	82	Pantoffelschnecke, <i>Cr. fornicata</i> (Linné, 1758)	82
Ungarkappe, <i>C. hungaricus</i> (Linné, 1758)	82	Familie Xenophoridae	82
Gattung <i>Thyca</i>	82	Gattung <i>Xenophorus</i>	—
<i>Th. ectoconcha</i> Sarasin, 1887	82	<i>X. crispa</i> (Koenig) Philippi, 1836	82
<i>Th. stellasteris</i> Köhler & Vaney, 1912	82		

Überfamilie Flügelschnecken (Stromboidea)

Familie Straußenschnecken (Struthiolariidae)	82	Familie Strombidae	83
Familie Aporrhaidae	82	Gattung <i>Strombus</i>	83
Gattung <i>Aporrhais</i>	82	Fechterschnecke, <i>Str. gigas</i> Linné, 1758	83
Pelikanfuß, <i>A. pespelecani</i> (Linné, 1758)	82	Gattung <i>Pterocera</i>	83
		Teufelskralle, <i>Pt. chirarga</i> (Linné, 1758)	83

Überfamilie Lamellarioidea

Familie Lamellariidae	83	Familie Sacculidae	83
Gattung <i>Lamellaria</i>	83	Gattung <i>Sacculus</i>	83
<i>L. perspicua</i> (Linné, 1758)	83	<i>S. okai</i> Hirase, 1927	83
Gattung <i>Velutina</i>	83	Familie Asterophilidae	83
<i>V. velutina</i> (Müller, 1776) oder <i>V. laevigata</i>	83	Gattung <i>Asterophila</i>	83
<i>V. flexilis</i> (Montagu, 1803) oder <i>V. plicatilis</i>	83	<i>A. japonica</i> Randall & Heath, 1912	83
Familie Eratoidae	83	Familie Ctenosculidae	83
Gattung <i>Erato</i>	83	Gattung <i>Ctenosculum</i>	83
<i>E. voluta</i> (Montagu, 1803) oder <i>E. laevis</i>	83	<i>Ct. hawaiiense</i> Heath, 1910	83
Gattung <i>Trivia</i>	83		
<i>Tr. monacha</i> (DaCosta, 1778)	83*		
<i>Tr. europaea</i> (Montagu, 1803) oder <i>Tr. arctica</i>	83		

Überfamilie Porzellanschnecken (Cypraeoidea)

Familie Ovulidae oder Amphiperasidae	83	Gattung <i>Luria</i>	84
Gattung Spelzenschnecken (<i>Simnia</i>)	83	Braune Porzellanschnecke, <i>L. lurida</i>	
Mitteländische Spelzenschnecke, <i>S. spelta</i>		(Linné, 1758) oder <i>Talparia lurida</i>	84
(Linné, 1758)	83	Gattung <i>Cypraea</i>	84
Atlantische Spelzenschnecke, <i>S. patula</i>		Pantherschnecke, <i>C. pantherina</i> Solander, 1817	84
(Pennant, 1777)	83*	Tigerschnecke, <i>C. tigris</i> Linné, 1758	84
Gattung <i>Pedicularia</i>	84	Orangen-Porzellanschnecke, <i>C. aurantium</i>	
Porzellanschale, <i>P. sicula</i> Swainson, 1840	84	Martyn, 1784	84
Familie Cypraeidae	84	Gattung Kaurischnecken oder Caorischnecken	
Gattung <i>Zonaria</i>	84	(<i>Monetaria</i>)	84
Birnen-Porzellanschnecke, <i>Z. pyrum</i>		Geld-Kaurischnecke, <i>M. moneta</i> (Linné, 1758)	
(Gmelin, 1791) oder <i>Erronea pyrum</i>	84	oder <i>Pustularia moneta</i>	84
		Ring-Kauri, <i>M. annulus</i> (Linné, 1758)	
		oder <i>Cypraea annula</i>	84

Überfamilie Kielfüßer (Atlantoidea oder Heteropoda)

Familie Atlantidae	85	<i>C. mediterranea</i> Lamarck, 1801	85
Gattung <i>Atlanta</i>	85	Familie Pterotracheidae	85
<i>A. peroni</i> Lesueur, 1817	85	Gattung <i>Pterotrachea</i>	85
Gattung <i>Oxygyrus</i>	85	<i>P. coronata</i> Forskål, 1775	85
<i>O. keraudreni</i> (d'Orbigny, 1841)	85	<i>P. mutica</i>	85
Familie Carinariidae	85	Gattung <i>Firoloida</i>	85
Gattung <i>Carinaria</i>	85	<i>F. desmarestia</i> Lesueur, 1817	85

Überfamilie Naticoidea

Familie Nabelschnecken (Naticidae)	85	<i>carum</i> (Gmelin, 1791) oder <i>Natica</i>	
Gattung <i>Lunatia</i>	85	<i>millepunctata</i>	85
Gebänderte Mondschncke, <i>L. alderi</i>		Gattung <i>Tectonatica</i>	86
(Forbes, 1840) oder <i>Natica nitida</i>	85	Kleine Nabelschnecke, <i>T. affinis</i> (Gmelin, 1791)	
Braune Mondschncke, <i>L. catena</i>		oder <i>Natica clausa</i>	86
(DaCosta, 1778)	85	Gattung <i>Sigaretus</i>	85
Gattung <i>Naticarius</i>	85	<i>S. leachi</i> (Blainville, 1818)	
Gepunktete Nabelschnecke, <i>N. stercusmus-</i>		oder <i>Sinum</i> l. oder <i>Catenus</i> l.	85

Überfamilie Tonnenschnecken (Tonnoidea oder Doliioidea)

Familie Oocorythidae	86	Gattung <i>Charonia</i>	86
Gattung <i>Oocorys</i>	86	Gemeines Tritonshorn, <i>Ch. tritonis</i> (Linné, 1758)	
<i>O. sulcata</i> Fischer, 1884	86	oder <i>Tritonium tritonis</i>	86
Familie Sturmhauben (Cassidae oder Cassididae)	86	Trompetenschnecke oder Kinkhorn, <i>Ch. lampas</i>	
Gattung <i>Galeodea</i>	86	(Linné, 1758) oder <i>Tritonium nodiferum</i>	86
Helmschncke, <i>G. echinophora</i> (Linné, 1758)		Familie Bursidae	86
oder <i>Cassidaria echinophora</i>	86	Gattung <i>Bursa</i>	86
Gattung <i>Cassis</i>	86	<i>B. scobiculator</i> (Linné, 1758)	86
Große Sturmhaube, <i>C. cornuta</i> (Linné, 1758)	86	Familie Faßschnecken (Tonnidae oder Doliidae)	86
Gattung <i>Cypraecassis</i>	86	Gattung <i>Tonna</i>	86
<i>C. rufa</i> (Linné, 1758)	86	Faßschnecke, <i>T. galea</i> (Linné, 1758) oder	
Familie Cymatidae	86	<i>Dolium galea</i>	86

Unterordnung Schmalzüngler (Stenoglossa oder Neogastropoda)

Überfamilie Muricoidea

Familie Leisten- und Stachelschnecken (Muricidae)		(Linné, 1758) oder <i>Tritonalia e.</i>	87
Gattung <i>Trunculariopsis</i>	87	Gattung <i>Nucella</i>	87
Purpurschncke, <i>Tr. trunculus</i> (Linné, 1758)	87	Steinschncke, <i>N. lapillus</i> (Linné, 1758) oder	
oder <i>Murex trunculus</i>	87	<i>Purpura lapillus</i>	
Gattung <i>Murex</i>	87	Gattung <i>Purpura</i>	87
Brandhorn, <i>M. brandaris</i> Linné, 1758 oder		<i>Purpura patula</i> (Linné, 1758)	87
<i>M. ramosus</i>	87	Gattung <i>Pusia</i>	88
Spinnenkopf, <i>M. tenuispina</i> Lamarck, 1801	88	Buntschncke, <i>P. tricolor</i> (Gmelin, 1791)	88
Gattung <i>Thais</i>	87	Familie Magilidae oder Coralliophoridae	88
Rotmund-Leistenschncke, <i>Th. haemostoma</i>		Gattung <i>Coralliophila</i>	88
(Linné, 1758) oder <i>Purpura haemostoma</i>	87	<i>C. lamellosa</i> (Philippi, 1836)	88
Gattung <i>Ceratostoma</i>	87	Gattung <i>Magilus</i>	88
Schuppige Leistenschncke, <i>C. erinaceum</i>	—	<i>M. antiquus</i> Monfort, 1810	88

Überfamilie Buccinoidea

Familie Birnenschnecken (Pyrenidae oder Colimbellidae)		Familie Hornschnecken (Buccinidae)	88
Gattung <i>Mitrella</i>	88	Gattung <i>Buccinum</i>	88
Schlanke Birnenschncke, <i>M. scripta</i>		Wellhornschnecke, <i>B. undatum</i> Linné, 1758	87*
(Linné, 1758) oder <i>Pyrene scripta</i>	88	Mittelländisches Tiefsee-Wellhorn,	
Gattung <i>Columbella</i>	88	<i>B. humphreysianum fusiforme</i>	
Gewöhnliche Birnenschncke, <i>C. rustica</i>		Kiener, 1860	71* —
(Linné, 1758)	88	Gattung <i>Cantharus</i>	88
		Dickhornschnecke, <i>C. d'orbignyi</i>	
		(Payraudeau, 1826)	88

Gattung <i>Pisania</i>	88	Familie Reusenschncken (Nassariidae oder Nassidae)	91
Klipphornschnecke, <i>P. striata</i> (Gmelin 1791) oder <i>P. maculosa</i>	88	Gattung <i>Hinia</i>	91
Gattung <i>Buccinulum</i>	88	Gemeine Netzreuse, <i>H. reticulata</i> (Linné, 1758) oder <i>Nassa reticulata</i>	91
Spindelhorn, <i>B. corneum</i> (Linné, 1758) oder <i>Euthria corneum</i>	88	Gattung <i>Nassarius</i>	91
Gattung <i>Neptunea</i>	88	Blasenreuse, <i>N. arcularis</i> (Linné, 1758)	91
Neptunshorn, <i>N. antiqua</i> (Linné, 1758)	88	Familie Spindelschncken (Fascioliariidae)	91
Gattung <i>Colus</i>	88	Gattung <i>Fasciolaria</i>	91
Röhrenhorn, <i>C. gracilis</i> (DaCosta, 1778) oder <i>Sipho gracilis</i>	88	Mitteländische Spindelschnecke, <i>F. lignaria</i> (Linné, 1758)	91
Familie Helmschncken (Busyconidae oder Galeodidae oder Melonginidae)	91	Gattung <i>Buccinofusus</i>	91
Gattung <i>Syrinx</i>	91	Nordatlantische Spindelschnecke, <i>B. berniciensis</i> (King)	91
Ritterhelm, <i>S. probosciferus</i> (Lamarck, 1841) oder <i>Hemifusus probosciferus</i>	91	Gattung <i>Fusinus</i>	91
		<i>F. rostratus</i> (Oliv, 1792) oder <i>Fusus rostratus</i>	91

Überfamilie Volutoidea

Familie Olivenschncken (Olividae)	91	Familie Walzenschncken (Volutidae)	92
Gattung <i>Oliva</i>	91	Gattung <i>Voluta</i>	92
Geflammte Olivenschncke, <i>O. flammulata</i> Lamarck, 1810	91	Notenwalze, <i>V. musica</i> Linné, 1758	92
Schwarze Olivenschncke, <i>O. maura</i> Lamarck, 1810 oder <i>O. vidua</i> Röding, 1798	91	Gattung <i>Cymbium</i>	92
Porphyrwalze, <i>O. porphyria</i> (Linné, 1758)	91	Ohrenwalze, <i>C. papillatum</i> Schumacher, 1817	92
Familie Vasidae	91	Familie Cancellariidae	92
Gattung <i>Metzgeria</i>	91	Gattung <i>Narona</i>	92
<i>M. alba</i> (Jeffreys, 1873)	91	<i>N. pusilla</i> (Adams, 1869) oder <i>N. mitaeformis</i>	92
Gattung <i>Xancus</i>	91	Familie Marginellidae	92
Sacred Chank oder Sankha, <i>X. pyrum</i> (Linné, 1758)	91	Gattung <i>Gibberula</i>	92
Familie Harfenschncken (Harpidae)	92	<i>G. miliaria</i> (Linné, 1758) oder <i>Persicula miliaria</i>	92
Gattung <i>Harpa</i>	92	Gattung <i>Gibberulina</i>	—
Davidsharfe, <i>H. ventricosa</i> Lamarck, 1843	92	<i>G. clandestina</i> (Brocchi, 1814) oder <i>Persicula clandestina</i>	92

Überfamilie Giftzüngler (Conoidea)

Familie Mitraschncken (Mitridae)	92	Gattung <i>Clavus</i>	92
Gattung <i>Mitra</i>	92	<i>Cl. maravignae</i> (Bivona, 1838) oder <i>Drillia maravignae</i>	92
Papstkrone, <i>M. papalis</i> (Linné, 1758)	92	Gattung <i>Perrona</i>	92
Bischofsmütze, <i>M. episcopalis</i> (Linné, 1758)	92	<i>P. nifat</i> (Brugiere, 1792) oder <i>Clavatula pusio</i>	—
Glatte Mitraschncke, <i>M. cornicula</i> (Linné, 1758)	92	Gattung <i>Leucosyrinx</i>	92
Brauner Stufenturm, <i>M. ebenus</i> Lamarck, 1799	92	<i>L. sigsbei</i> (Dall, 1881)	92
Familie Schlitzhörner (Turridae)	92	Gattung <i>Turris</i>	92
Gattung <i>Spirotropis</i>	92	<i>T. undatiruga</i> (Bivona, 1838) oder <i>Pleurotoma undatiruga</i>	92
<i>Sp. carinata</i> (Bivona, 1838)	92		

Giftzüngler i. e. S. oder Pfeilzüngler (Toxoglossa)

Familie Treppenschncken (Cytharidae oder Mangeliidae)	95	(Montagu, 1803) oder <i>Lora turricula</i>	95
Gattung <i>Oenopota</i>	95	Gattung <i>Zitherschncken (Cythara)</i>	95
Blaue Treppenschncke, <i>O. turricula</i>		<i>C. albida</i> (Deshayes, 1838)	95
		<i>C. taeniata</i> (Deshayes, 1838)	95

Gattung <i>Mitrolumna</i>	95	(Gmelin, 1791) oder <i>C. mediterraneus</i>	95
<i>M. olivoidea</i> (Cantraine, 1842) oder		Marmorkegel, <i>C. marmoreus</i> Linné, 1758	95
<i>Mitromorpha olviodea</i>	95	Gattung <i>Gastridium</i>	95
Gattung <i>Mangelia</i>	95	Netzkegelschnecke, <i>G. textile</i> (Linné, 1758)	
Gemeine Treppenschnecke, <i>M. attenuata</i>		oder <i>Conus textile</i>	95
(Montagu, 1803)	95	Landkarten-Kegelschnecke, <i>G. geographus</i>	
Gattung <i>Pleurotomella</i>	95	(Linné, 1758) oder <i>Conus geographus</i>	95
<i>Pl. recondita</i> (Locard, 1897)	95	Familie Schraubenschnecken (Terebridae)	95
Familie Kegelschnecken (Conidae)	95	Gattung <i>Hastula</i>	—
Gattung <i>Conus</i>	95	<i>H. diversa</i> (Smith, 1873)	—
Mitteländische Kegelschnecke, <i>C. ventricosus</i>			

Unterklasse Geradnervige Schnecken (Euthyneura)

Ordnung Kopfschildschnecken i. w. S. (Kephalspidea)

Unterordnung Kopfschildschnecken i. e. S. (Bulloidei)

Überfamilie Acteonoidea

Familie Acteonidae	97	Gattung <i>Ringicula</i>	97
Gattung <i>Acteon</i>	97	<i>R. auriculata</i> (Menard, 1811)	97
<i>A. tornatilis</i> (Linné, 1758)	97	Familie Hydatinidae	97
Gattung <i>Lissacteon</i>	97	Gattung <i>Hydatina</i>	97
<i>L. exilis</i> (Jeffreys, 1874) oder <i>Crenilabium e.</i>	97	<i>H. physis</i> (Linné, 1758)	97
Familie Ringiculidae	97	<i>H. velum</i> (Gmelin, 1791)	—

Überfamilie Bulloidea

Familie Blasenschnecken (Bullidae)	97	<i>R. hancocki</i> Forbes, 1851 oder <i>R. coronata</i>	98* 98
Gattung <i>Bulla</i>	97	Familie Philinoglossidae	98
Gemeine Blasenschnecke, <i>B. striata</i> Brugiere, 1789 oder <i>Bullaria striata</i>	97	Gattung <i>Pluscula</i>	98
Familie Atyidae	97	<i>Pl. cuica</i> Marcus, 1953	98
Gattung <i>Haminea</i>	97	Gattung <i>Sapha</i>	98
<i>H. hydatis</i> (Linné, 1758)	97	<i>S. amicorum</i> Marcus, 1959	98
<i>H. navicula</i> (DaCosta, 1778)	97	Gattung <i>Philinoglossa</i>	98
Gattung <i>Atys</i>	97	<i>Ph. remanei</i> Marcus & Marcus, 1958	98
<i>A. diaphana</i> (Aradas & Maggiore, 1840) oder		<i>Ph. helgolandica</i> Hertling, 1932	98
<i>Diana diaphana</i>	97	Familie Retusidae	98
Familie Runcinidae	97	Gattung <i>Retusa</i>	98
Gattung <i>Runcina</i>	98	<i>R. truncatula</i> (Brugiere, 1792)	98
		<i>R. obtusa</i> (Montagu, 1808)	98

Überfamilie Philinoidea

Familie Scaphandridae	98	Familie Aglajidae	98
Gattung <i>Scaphander</i>	98	Gattung <i>Aglaja</i>	98
<i>Sc. lignarius</i> (Linné, 1784)	98	<i>A. depicta</i> , Renier 1804	98
Familie Philinidae	98	Familie Gasteropteridae	97
Gattung <i>Philine</i>	98	Gattung <i>Gasteropteron</i>	98
Seemandel, <i>Ph. quadripartita</i> Ascanius, 1772		Roter Schmetterling, <i>G. rubrum</i>	
(nicht <i>Ph. aperta</i> Linné)	98	(Rafinesque, 1814)	98
<i>Ph. catena</i> (Montagu, 1808)	98		

Überfamilie Diaphanoidea

Familie Notodiaphanidae	101	Familie Acochlididae	101
Familie Diaphanidae	101	Gattung <i>Micorhedyle</i>	101
Gattung <i>Diaphana</i>	101	<i>M. milaschewitchii</i> (Kowalevsky, 1901)	101
<i>D. glacialis</i>	101	<i>M. glandulifera</i> (Kowalevsky, 1901)	101
<i>D. minuta</i> (Brown, 1837) oder <i>D. hyalina</i>	101	Gattung <i>Hedylopsis</i>	101
Gattung <i>Newnesia</i>	101	<i>H. spiculifera</i> (Kowalevsky, 1901)	101
<i>N. antarctica</i> Smith, 1902	101		

Überfamilie Cylindrobulloidea

Familie Cylindrobullidae	101	<i>C. fragilis</i> (Jeffreys, 1855)	101
Gattung <i>Cylindrobulla</i>	101		

Überfamilie Pyramidelloidea

Familie Pyramidellen (Pyramidellidae)	101	Gattung <i>Eulimella</i>	101
Gattung <i>Odostomia</i>	101	<i>Eu. laevis</i> (Brown, 1827) oder <i>Eu. acicula</i>	101
<i>O. eulimoides</i> Hanley, 1844	101	Gattung <i>Turbonilla</i>	101
<i>O. conoidea</i> (Brocchi, 1814)	101	<i>T. elegantissima</i> (Montagu, 1803) oder <i>T. lactea</i>	101

Unterordnung Seeschmetterlinge (Thecosomata)

Überfamilie Spiratelloidea oder Euthecosomata

Familie Spiratellidae	102	<i>Cl. pyramidata</i> Linné, 1767	102
Gattung <i>Spiratella</i>	102		
<i>Sp. helicina</i> (Phipps, 1774) oder <i>Limacina</i>		Gattung <i>Creseis</i>	—
<i>limacina</i>	102	<i>Cr. acicula</i> (Rang, 1828)	—
<i>Sp. retroversa</i> (Fleming, 1823) oder <i>Limacina</i>		Gattung <i>Carolinia</i>	—
<i>balea</i>	—	<i>Cr. tridentata</i> (Niebuhr, 1775)	—
Familie Cavoliniidae	102	Gattung <i>Diacria</i>	—
Gattung <i>Clio</i>	102	<i>D. trispinosa</i> Lesueur, 1817	—

Überfamilie Peracleoidea oder Pseudothecosomata

Familie Peraclidae	102	Gattung <i>Cymbulia</i>	102
Gattung <i>Peracle</i>	102	<i>C. peroni</i> Blainville, 1818	102
<i>P. reticulata</i> (d'Orbigny, 1836)	102	Gattung <i>Gleba</i>	102
Familie Procymbuliidae	102	<i>Gl. cordata</i> Forskål, 1776	102
Gattung <i>Procymbulia</i>	102	Familie Desmopteridae	102
<i>Pr. valdiviae</i> Meisenheimer, 1905	102	Gattung <i>Desmopterus</i>	102
Familie Cymbuliidae	102	<i>D. papilio</i> Chun, 1889 oder	
		<i>D. cirroptera</i> Gegenbaur, 1855	102

Ordnung Wasserlungenschncken (Basommatophora)

Überfamilie Amphiboloidea oder Thalassophila

Familie Siphonariidae	102	<i>Tr. garnoti</i> (Payraudeau, 1826) oder <i>Gadinia</i>	
Gattung <i>Siphonaria</i>	105* 107	<i>garnoti</i>	105
<i>S. pectinata</i> (Linné, 1758) oder <i>S. algesirea</i>	105		
Familie Trimusculidae oder Gadiniidae	102	Familie Amphibolidae	102
Gattung <i>Trimusculus</i>	105	Gattung <i>Amphibola</i>	107
		<i>A. crenata</i> (Martyn, 1784)	—

Überfamilie Lymnaeoidea

Familie Chiliniidae	105	<i>L. stagnalis</i> Linné, 1758 oder <i>Stagnicola</i>	
Gattung <i>Chilina</i>	105	<i>stagnalis</i>	105
<i>Ch. fluciosa</i> Gray, 1828	105	Gattung <i>Radix</i>	105
Familie Latiidae	105	Ohrförmige Schlammschnecke,	
Gattung <i>Latia</i>	105	<i>R. auricularia</i> (Linné, 1758)	105
<i>L. neritoides</i> Gray, 1849	105	Wandernde Schlammschnecke, <i>R. peregra</i>	
Familie Teichnapfschnecken (Acroloxidae)	105	(Müller, 1774) oder <i>Lymnaea ovata</i> Drap.	105
Gattung <i>Acroloxus</i>	105	Gattung <i>Galba</i>	106
Teichnapfschnecke, <i>A. lacustris</i> (Linné, 1758)		Kleine Schlammschnecke, <i>G. truncatula</i>	
oder <i>Ancylus lacustris</i>	106*	(Müller, 1774)	106
Familie Schlammschnecken (Lymnaeidae)	105	Sumpfschnecke, <i>G. palustris</i> (Müller, 1774)	106
Gattung <i>Lymnaea</i>	105	Familie Lancidae	106
Große oder Spitze Schlammschnecke,		Gattung <i>Lanx</i>	106
		<i>L. patelloides</i> (Lea, 1856)	106

Überfamilie Ancyloidea

Familie Blasenschnecken (Physidae)	106	Müller, 1774	106
Gattung <i>Physa</i>	106	Gattung <i>Anisus</i>	106
Quellenblasenschnecke, <i>Ph. fontinalis</i>		Spiralige Tellerschnecke, <i>A. vortex</i>	
(Linné, 1758)	106	(Linné, 1758)	106
Spitze Blasenschnecke, <i>Ph. acuta</i>		Gattung <i>Gyraulus</i>	106
Draparnaud, 1805	106	Glänzende Tellerschnecke, <i>G. laevis</i>	
Gattung <i>Aplexa</i>	106	Alder, 1838	106
Moosblasenschnecke, <i>A. hypnorum</i>		Unterfamilie Bulininae	107
(Linné, 1758)	106		
Familie Tellerschnecken (Planorbidae)	106	Unterfamilie Ferrissiinae	107
Gattung <i>Planorbarius</i>	106		
Posthornschncke, <i>Pl. corneus</i> (Linné, 1758)	106	Familie Flußnapfschnecken (Ancyliidae)	107
Gattung <i>Planorbis</i>	106	Gattung <i>Ancylus</i>	107
Flache Tellerschnecke, <i>Pl. planorbis</i>		Gemeine Flußnapfschnecke, <i>A. fluviatilis</i>	
(Linné, 1758)	106	(Müller, 1774) oder <i>Ancylastrum</i>	
Gekielte Tellerschnecke, <i>Pl. carinatus</i>		<i>fluviatilis</i>	107* 107

Überfamilie Ellobiloidea

Familie Ellobiidae	107	<i>Z. speum</i> (Roßmäßler, 1839)	107
Gattung <i>Ovatella</i>	107	Gattung <i>Ellobium</i>	107
<i>O. myosotis</i> (Draparnaud, 1805) oder		Midasohr oder Eselsohr des Midas,	
<i>Alexis myosotis</i>	107	<i>E. aurismidae</i> (Linné, 1758)	107
Gattung <i>Charychium</i>	107	Familie Otinidae	107
Zwerghornschncke, <i>Ch. minimum</i>		Gattung <i>Otina</i>	107
Müller, 1774	107	<i>O. otis</i> (Turton, 1819)	107
Gattung <i>Zospeum</i>	107		
<i>Z. alpestre</i> (Freyer, 1855)	107		

Ordnung Landlungenschncken (Stylommatophora)

Unterordnung Orthurethra

Überfamilie Achatinelloidea

Familie Achatinellidae	108	Familie Partulidae	108
-------------------------------	-----	---------------------------	-----

Überfamilie Cionelloidea

Familie Achatschnecken (Cinellidae oder Cochlicopidae)	108	oder <i>Cochlicopa lubrica</i>	108
Gattung <i>Cionella</i>	108	Gattung <i>Azecca</i>	108
Glatte Achatschnecke, <i>C. lubrica</i> (Müller, 1774)		Bezahnte Achatschnecke, <i>A. menkeana</i> (Pfeiffer, 1821)	108

Überfamilie Pupilloidea

Familie Vertigidae	108	Familie Pupillidae	108
Gattung Windelschnecken (<i>Vertigo</i>)	108	Gattung <i>Pupilla</i>	109
Schmale Windelschnecke, <i>V. angustior</i> Jeffreys, 1830	108/109	Moosschraube, <i>P. muscorum</i> (Linné, 1758)	109
Zwergwindelschnecke, <i>V. pygmaea</i> Draparnaud, 1801	109	Familie Grasschnecken (Valloniidae)	—
Familie Orculidae	108	Gattung <i>Vallonia</i>	—
Gattung <i>Orcula</i>	109	Gerippte Grasschnecke, <i>V. costata</i> Müller, 1774	109
Kleine Faßschnecke, <i>O. dolium</i> (Brugiere, 1792)	109	Gattung <i>Acanthinula</i>	109
Faßwindelschnecke, <i>O. fuchsi</i> Zimmermann, 1932	109	Stachelschnecke, <i>A. aculeata</i> (Müller, 1774)	109
Familie Chondrinidae	108	Gattung <i>Pyramidula</i>	109
Gattung <i>Abida</i>	109	Pyramidenschnecke, <i>P. rupestris</i> (Draparnaud, 1801)	109
Getreideschnecke, <i>A. frumentum</i> (Draparnaud, 1801)	109	Familie Vielfraßschnecken (Enidae)	109
Roggenkornschncke, <i>A. secale</i> (Draparnaud, 1801)	109	Gattung <i>Zebrina</i>	109
Gattung <i>Chondrina</i>	109	Zebraschnecke, <i>Z. detrita</i> (Müller, 1774)	109
Haferkornschncke, <i>Ch. avenacea</i> (Brugiere, 1792)	109	Gattung <i>Jaminia</i>	109
		Vierzählige Vielfraßschnecke, <i>J. quadridens</i> (Müller, 1774)	109
		Gattung <i>Ena</i>	109
		Berg-Vielfraßschnecke, <i>E. montana</i> (Draparnaud, 1801)	109

Unterordnung Heterurethra

Überfamilie Succineoidea

Familie Bernsteinschnecken (Succineidae)	109	(Linné, 1758)	109*	109
Gattung <i>Succinea</i>	109			
Gemeine Bernsteinschnecke, <i>S. putris</i>		Familie Aillyidae		110

Überfamilie Athoraphoroidea oder Tracheopulmonata

Familie Athoracophoridae oder Janellidae	110*	110	oder <i>Janella bitentaculatus</i>	110
Gattung <i>Athoracophorus</i>		110	Gattung <i>Aneitia</i>	110
<i>A. bitentaculatus</i> (Quoy & Gaimard, 1832)			<i>A. sarasini</i> Grimpe 5 Hoffmann, 1925	110* 110

Unterordnung Sigmurethra

Überfamilie Clausilioidea oder Mesurethra

Familie Ceriidae oder Cerionidae	110	Gattung <i>Cochlodina</i>	110
Familie Schließmundschnecken (Clausiliidae)	110	Glatte Schließmundschnecke, <i>C. laminata</i> (Montagu, 1803)	110
Gattung <i>Clausilia</i>	110	Gattung <i>Laciniaria</i>	110
Zierliche Schließmundschnecke, <i>Cl. parvula</i> Studer, 1820	110	Zweifaltige Schließmundschnecke, <i>L. biplicata</i> (Montagu, 1803)	110

Gattung <i>Delima</i>	110	Familie Corillidae	110
Südliche Schließmundschnecke, <i>D. itala</i> (v. Martens, 1824)	110	Familie Dorcasiidae	110
Familie Megaspiridae	110	Familie Strophocheilidae	110
		Gattung <i>Strophocheilus</i>	110
		<i>Str. oblongus</i> (Müller, 1774)	110

Überfamilie Achatinoidea

Familie Ferussaciidae	—	Gattung <i>Euglandina</i>	111
Gattung <i>Ceciloides</i>	110	<i>Eu. rosea</i> (Ferussac, 1821)	111
Blinde Turmschnecke, <i>C. acicula</i> (Müller, 1774)	110	Familie Afrikanische Riesenschnecken (Achatinidae)	111
Familie Subulinidae	—	Gattung <i>Achatina</i>	111
Gattung <i>Rumina</i>	110	Echte Achatschnecke, <i>A. achatina</i> (Linné, 1758)	111
Stumpfschnecke, <i>R. decollata</i> (Linné, 1758)	110	Große Achatschnecke oder Gemeine Riesenschnecke, <i>A. fulica</i> Ferussac, 1821	111
Familie Spiraxidae	111	Gattung <i>Archachatina</i>	111
Gattung <i>Pioretia</i> Fischer, 1883	111	<i>A. marginata</i> Swainson, 1821	111

Überfamilie Streptaxoidea

Familie Streptaxidae	111	<i>H. magnifica</i> Ferussac, 1821	111
Gattung <i>Edentulina</i>	111	Familie Haplotrematidae	—
<i>E. affinis</i> Boettger	111	Familie Rhythididae oder Paryphantidae	—
Gattung <i>Gonaxis</i>	111	Familie Chlamydephoridae oder Aperidae	—
<i>G. kibweziensis</i> (Smith, 1884)	111		
Familie Acavidae	111		
Gattung <i>Helicophanta</i>	111		

Überfamilie Bulimuloidea

Familie Bulimulidae	111	Familie Orthalicidae	111
Gattung <i>Placostylus</i>	111	Familie Amphibulimidae	111
<i>Pl. fibratus</i> (Martyn, 1789)	111	Familie Urocoptidae	111
Familie Odostomidae	111		

Überfamilie Endodontoidea

Familie Scheibenschnecken (Endodontidae)	111	Familie Wegschnecken (Arionidae)	112
Gattung <i>Punctum</i>	111	Gattung <i>Arion</i>	112
Zwergschnecke, <i>P. pygmaeum</i> (Draparnaud, 1805)	111	Große Rote Wegschnecke, <i>A. rufus</i> (Linné, 1758) oder <i>A. empiricorum</i> p. p.	112
Gattung <i>Discus</i>	111	Große Schwarze Wegschnecke, <i>A. ater</i> (Linné, 1758) oder <i>A. empiricorum</i> p. p.	112
Braune Scheibenschnecke, <i>D. ruderatus</i> (Studer, 1820)	111	Braune Wegschnecke, <i>A. subfuscus</i> (Draparnaud, 1805)	112
Gefleckte Scheibenschnecke, <i>D. rotundatus</i> (Müller, 1774)	111	Gartenwegschnecke, <i>A. hortensis</i> Ferussac, 1819	112
Gekielte Scheibenschnecke, <i>D. perspectivus</i> (Megerle v. Mühlfeldt, 1818)	111	Familie Philomycidae	112
Familie Otoconchidae	112	Gattung <i>Philomycus</i>	112
		<i>Ph. caroliniensis</i> (Bosc)	112

Überfamilie Zonitoidea

Familie Glasschnecken (Vitrinidae)	112	Gattung <i>Daudebardia</i>	115
Gattung <i>Vitrea</i>	112	Rötliche Raubglanzschnecke, <i>D. rufa</i>	115
Kugelige Glasschnecke, <i>V. pellucida</i>		(Draparnaud, 1805)	115
(Müller, 1774)	112	Kurze Raubglanzschnecke, <i>D. brevipes</i>	115
Gattung <i>Eucobresia</i>	112	(Draparnaud, 1805)	115
Ohrförmige Glasschnecke, <i>Eu. diaphana</i>			
(Draparnaud, 1805)	112	Familie Egelschnecken (Limacidae)	115
Familie Glanzschnecken (Zonitidae)	112	Unterfamilie Milacinae	115
Gattung <i>Vitrea</i>	112	Gattung <i>Milax</i>	115
Kristall-Glanzschnecke, <i>V. cristallina</i>		Kielnacktschnecke, <i>M. rusticus</i> (Millet, 1843)	115
(Müller, 1774)	—	Gattung <i>Aspidoporus</i>	115
Gattung <i>Nesovitrea</i>	112	Lochegelschnecke, <i>A. limax</i> Fitzinger, 1833	115
Gestreifte Glanzschnecke, <i>N. hammonus</i>			
(Ström, 1765) oder <i>Retinella radiatula</i>	—	Unterfamilie Limacinae	—
Gattung <i>Zonitoides</i>	112	Gattung <i>Limax</i>	115
Dunkle Pfeilschnecke, <i>Z. nitidus</i> (Müller, 1774)	—	Große Egelschnecke, <i>L. maximus</i>	
Gattung <i>Aegopis</i>	112	Linné, 1758	116* 115
Wirtelschnecke, <i>Ae. verticillus</i> (Lamarck, 1799)	—	Schwarze Egelschnecke, <i>L. cinereoniger</i>	
Gattung <i>Aeginopella</i>	112	Wolf, 1803	115
Weitmund-Glanzschnecke, <i>Ae. nitens</i>		Gattung <i>Deroceras</i>	115
(Michaud, 1831)	—	Ackerschnecke, <i>D. agreste</i> (Linné, 1758)	
Kleine Weitmund-Glanzschnecke, <i>Ae. nitidula</i>		oder <i>Apriolimax agreste</i>	115
(Draparnaud, 1805)	—	—, <i>D. reticulatum</i> (Müller, 1774)	115
Gattung <i>Oxychilus</i>	115	Wasseregelschnecke, <i>D. laeve</i> (Müller, 1774)	115
Glatte Glanzschnecke, <i>O. glaber</i> (Studer, 1820)	—	Gattung <i>Lehmannia</i>	115
Keller-Glanzschnecke, <i>O. cellarius</i>		Waldegelschnecke, <i>L. arginata</i> (Müller, 1774)	115
(Müller, 1774)	115		
Große Glanzschnecke, <i>O. draparnaudi</i>		Familie Trigonochlamydidae	115
Beck, 1837	—	Familie Systrophiidae	115

Überfamilie Ariophantoidea

Familie Trochomorphidae	—	Familie Ariophantidae	—
Familie Euconulidae	115	Gattung <i>Rhinocochlis</i>	115
Gattung <i>Euconulus</i>	115	<i>Rh. nasuta</i> (Metcalfe)	115
Konische Glanzschnecke, <i>Eu. fulvus</i>		Familie Urocyclidae	—
(Müller, 1774)	115	Gattung <i>Thyrophorella</i>	115
Familie Helicarionidae	—	<i>Th. thomensis</i> Greeff, 1882	115

Überfamilie Oleacinoidea

Familie Thysanophoridae	—	Gattung <i>Testacella</i>	115
Familie Ammonitellidae	—	Raubschnecke, <i>T. haliotidea</i>	
Familie Polygyridae	—	Draparnaud, 1801	116* 115
Familie Raubschnecken (Testacellidae)	115	Familie Oleacinidae	—
		Familie Sagolidae	—

Überfamilie Schnirkelschnecken (Helicoidea)

Familie Oreohelicidae	115	Mittlere Heideschnecke, <i>H. itala</i> (Linné, 1758) oder <i>H. ericetorum</i>	116
Familie Camaenidae oder Pleurodontidae	115	Große oder Weiße Heideschnecke, <i>H. obvia</i> (Hartmann, 1842)	117
Familie Buschschnecken (Bradybaenidae oder Fruticicolidae)	—	Gattung <i>Theba</i>	117
Gattung <i>Bradybaena</i>	116	Trockenschnecke, <i>Th. pisana</i> (Müller, 1774)	117
Strauchschnecke, <i>Br. fruticum</i> (Müller, 1774) oder <i>Fruticicola fruticum</i> oder <i>Eulota fruticum</i>	116	Gattung <i>Helicodonta</i>	117
		Eingerollte Zahnschnecke, <i>H. obvoluta</i> (Müller, 1774)	117
Familie Helminthoglyphidae oder Epiphrygnophoridae	—	Gattung <i>Trochulus</i>	117
Gattung <i>Polymita</i>	118	Zottige Laubschnecke, <i>Tr. villosus</i> (Studer, 1789) oder <i>Fruticicola villosus</i>	117
Kubanische Buntschnecke, <i>P. picta</i> (Born)	118	Einzahnige Laubschnecke, <i>Tr. unidentatus</i> (Draparnaud, 1805)	—
Familie Hain- oder Schnirkelschnecken (Helicidae)	116	Gattung <i>Isognomostoma</i>	117
Gattung <i>Helix</i>	116*	Genabelte Maskenschnecke, <i>I. holosericum</i> (Studer, 1820)	117
Gewöhnliche Weinbergschnecke, <i>H. pomatia</i> Linné, 1758	116	Gattung <i>Helicigona</i>	117
Gesprenkelte Weinbergschnecke, <i>H. aspersa</i> Müller, 1774	117	Steinpicker, <i>H. lapicida</i> (Linné, 1758) oder <i>Chilodrema lapicida</i>	117
Gattung <i>Perforatella</i>	116	Gattung Hainschnecken i. e. S. (<i>Cepaea</i>)	117
Rotbraune Laubschnecke, <i>P. rubiginosa</i> Schmidt, 1853	116	Hainbänderschnecke, <i>C. nemoralis</i> (Linné, 1758)	117
<i>P. incarnata</i> (Müller, 1774) oder <i>Monacha incarnata</i>	—	Gartenschnecke, <i>C. hortensis</i> (Müller, 1774)	117
Gattung <i>Arianta</i>	116	Sarmatenhainschnecke, <i>C. vindobonensis</i> (Pfeiffer, 1828)	117
Gefleckte Schnirkelschnecke, <i>A. arbustorum</i> (Linné, 1758)	116*	Gattung <i>Monacha</i>	117
Gattung <i>Helicella</i>	116	Kartäuserschnecke, <i>M. cartusiana</i> (Müller, 1774) oder <i>Theba c.</i>	117
		Gattung <i>Cylindrus</i>	117
		<i>C. obtusus</i> (Draparnaud, 1805)	117*

Ordnung Hinteratmer (Soleolifera)

Familie Rathousiidae oder Atopidae	118	Gattung <i>Onchidium</i>	123
Gattung <i>Rathousia</i>	118	<i>O. peroni</i> Cuvier, 1805	113*
<i>R. leonina</i> Heude, 1883 oder <i>R. sinensis</i>	118	<i>O. typhae</i> Buchanan, 1800	123
Gattung <i>Atopos</i>	118	<i>O. verruculatum</i> Cuvier, 1830	124*
<i>A. semperi</i> Simroth, 1891	118	Gattung <i>Onchidina</i>	123
		<i>O. australis</i> (Semper, 1880)	123
Familie Veronicellidae oder Vaginulidae	118	Gattung <i>Platevindex</i>	123
Gattung <i>Angustipes</i>	123	<i>Pl. montana</i> (Plate, 1893) oder <i>Oncis montana</i>	123
<i>A. plebejus</i> (Fischer, 1868) oder <i>Sarasinula plebejus</i>	123	<i>Pl. granulosa</i> (Lesson, 1830) oder <i>Oncis granulosa</i>	123
Gattung <i>Vaginulus</i>	123	Gattung <i>Peronina</i>	—
<i>V. taunayi</i> Ferussac, 1821	123	<i>P. alta</i> Plate, 1893	—
Familie Onchidiidae oder Oncidiidae	123		
Gattung <i>Onchidiella</i>	123	Familie Rhodopidae	123
<i>O. floridana</i> (Dall, 1885)	123	Gattung <i>Rhodope</i>	123/132
<i>O. celtica</i> (Cuvier, 1817)	132	<i>Rh. veranyi</i> Köl liker, 1847 oder <i>Sidonia elegans</i>	123
<i>O. chilensis</i> (Gay, 1854)	123		

Ordnung Breitfußschnecken (Anaspeida)

Unterordnung Bedecktschaler (Aplysioidea)

Familie Akeridae	124	Kleiner Seehase, <i>A. rosea</i> Rathke, 1799	124
Gattung <i>Akera</i>	124	Gefleckter Seehase, <i>A. dactylomela</i>	—
Kugelschnecke, <i>A. bullata</i> Müller, 1776	124	Gattung <i>Dolabella</i>	124
		<i>D. scapula</i> (Martyn, 17)	124
Familie Seehasen (Aplysiidae)	125* 124	<i>D. teremidi</i> (Rang, 1828)	—
Gattung <i>Aplysia</i>	124	Gattung <i>Phyllaplysia</i>	124
Gewöhnlicher Seehase, <i>A. depilans</i> Linné, 1767	124	<i>Ph. depressa</i> (Cantraine, 1835)	124
Mitteländischer Seehase, <i>A. fasciata</i>		Gattung <i>Aplysiella</i>	124
Poiret, 1789	124	<i>A. virescens</i> (Risso, 1818)	124

Unterordnung Ruderschnecken (Gymnosomata)

Familie Laginiopsidae	125	Familie Notobranchaeidae	125
Gattung <i>Laginiopsis</i>	125	Gattung <i>Notobranchaea</i>	—
<i>L. triloba</i> Pruvot, 1922	125	<i>N. macdonaldi</i> Pelseneer, 1886	—
Familie Anopsiidae	125	Familie Cliopsidae	125
Gattung <i>Anopsia</i>	125	Gattung <i>Cliopsis</i>	—
<i>A. gaudichaudi</i> (Souleyet, 1852)	125	<i>Cl. krohni</i> Troschel, 1854	—
Familie Thliptodontidae	125	Familie Pneumodermatidae	125
Gattung <i>Thalassopterus</i>	125	Gattung <i>Pneumodermon</i>	126
<i>Th. zancleus</i> Kwietniewsky, 1910	125	<i>Pn. mediterraneum</i> van Beneden, 1838	125* 126
Familie Clionidae	125	<i>Pn. violaceum</i> d'Orbigny, 1840	—
Gattung <i>Clione</i>	125	Gattung <i>Pneumodermopsis</i>	126
Walaat oder Walaas, <i>Cl. limacina</i>		<i>Pn. ciliata</i> (Gegenbaur, 1855)	125* 126
(Phipps, 1774)	125		

Ordnung Schlundsackschnecken (Saccoglossa)

Unterordnung Julioidei

Familie Arthessidae	126	<i>J. japonica</i> Kuroda & Habe, 1951	127
Gattung <i>Arthessa</i>	—	Gattung <i>Berthelinia</i>	126
<i>A. elioti</i> Evans, 1950	—	<i>B. limax</i> (Kawaguti & Baba, 1959)	126
		<i>B. chloris</i> (Dall, 1918)	126* 126
Familie Zweischalenschnecken (Juliidae)	126	Gattung <i>Midorigai</i>	—
Gattung <i>Julia</i>	127	<i>M. australis</i> Burn, 1960	—

Unterordnung Oxynoidei

Überfamilie Oxynoidea

Familie Oxynoidae	127	Gattung <i>Bosellia</i>	127
Gattung <i>Oxynoe</i>	127	Blattschnecke, <i>B. mimetica</i>	
<i>O. olivacea</i> Rafinesque, 1819	127	Trinchese, 1891	127* 127
Familie Elysiidae	127	Familie Placobranchidae	127
Gattung <i>Elysia</i>	127	Gattung <i>Thuridilla</i>	127
Grüne Samtschnecke, <i>E. viridis</i>		Streifensamtschnecke, <i>Th. hopei</i> (Verany, 1853)	127
(Montagu, 1910)	127		

Überfamilie Stiligerioidea

Familie Lobigeridae	127	<i>E. coerulea</i> Trinchese, 1802 oder <i>E. costati</i>	128
Gattung <i>Lobiger</i>	127	Gattung <i>Alderia</i>	128
<i>L. serradifalci</i> (Calcara, 1840)	127	<i>A. modesta</i> (Loven, 1844)	128
Familie Polybranchidae oder Calliphyllidae	127	Gattung <i>Alderiopsis</i>	—
Gattung <i>Calliphylla</i>	—	<i>A. nigra</i> (Baba, 1937)	—
<i>C. mediterranea</i> DaCosta, 1867	—	Familie Oleidae	128
Familie Stiligeridae	127	Gattung <i>Olea</i>	128
Gattung <i>Stiliger</i>	128*	<i>O. hansineensis</i> Kierschow-Agersborg, 1923	128
<i>St. vesiculosus</i> (Deshayes, 1864)	128	Familie Limapontiidae	128
oder <i>St. mariae</i>	128	Gattung <i>Limapontia</i>	128
Gattung <i>Hermaea</i>	128	Lanzetttschnecke, <i>L. nigra</i> (Müller, 1773) oder	—
<i>H. bifida</i> (Montagu, 1816)	128	<i>L. capitata</i>	128
Gattung <i>Placida</i>	128	Gattung <i>Acteonina</i>	128
<i>Pl. dendritica</i> (Adler & Hancock, 1843)	128	<i>A. corrugata</i> (Adler & Hancock, 1855) oder	—
Gattung <i>Ercolania</i>	128	<i>A. cocksi</i>	128*

Ordnung Federkiemer (Notaspidea)

Familie Schirmschnecken (Umbraculidae)	128	Gattung <i>Berthella</i>	129
Gattung <i>Tylodina</i>	128	<i>B. aurantiaca</i> (Risso, 1818) oder <i>Oscanius</i>	—
Verkehrte Schirmschnecke, <i>T. perversa</i>	—	<i>aurantiaca</i>	129
(Gmelin, 1790)	128	Gattung <i>Oscanius</i>	129
Gattung <i>Umbraculum</i>	128	<i>O. tuberculatus</i> (Meckel, 1808) oder	—
Mittelmeer-Schirmschnecke, <i>U. mediterraneum</i>	—	<i>Pleurobranchius membranaceus</i>	129
(Lamarck, 1812)	129	Gattung <i>Pleurobranchia</i>	129
Familie Pleurobranchidae	129	<i>Pl. meckeli</i> Leue, 1813	129

Ordnung Nacktkiemer (Nudibranchia)

Unterordnung Sternschnecken (Doridoidei)

Überfamilie Bathydoridoidea

Familie Bathydorididae	—	Gattung <i>Doridoxa</i>	130
Familie Doridoxidae	130	<i>D. ingolfiana</i> Bergh, 1800	130

Überfamilie Doridoidea

Gattung <i>Hexabranchus</i>	130	Warzige Sternschnecke, <i>A. tuberculata</i>	—
<i>H. imperialis</i>	—	(Cuvier, 1804)	130
<i>H. marginatus</i>	130	Gattung <i>Peltodoris</i>	130
Familie Glossodoridae	130	Leopardenschnecke, <i>P. atromaculata</i>	—
Gattung <i>Glossodoris</i>	130	Bergh, 1880	130
<i>Gl. luteorosa</i>	130*	Gattung <i>Rostanga</i>	131
<i>Gl. tricolor</i>	130*	<i>R. subra</i> (Risso, 1818)	131
<i>Gl. gracilis</i>	130*	Gattung <i>Jorunna</i>	131
<i>Gl. purpurea</i>	—	Polster-Sternschnecke, <i>J. tomentosa</i>	—
Familie Dorididae	130	(Cuvier, 1804) oder <i>J. johnstoni</i>	131
Gattung <i>Archidoris</i>	130	Familie Halgerdidae	—

Überfamilie Polyceroidea

Familie Aegiretidae	131	Gattung <i>Polycera</i>	131
Gattung <i>Aegires</i>	131	<i>P. quadrilineata</i> (Müller, 1776)	131
<i>Ae. punctilucens</i> (d'Orbigny, 1837)	131	Familie Triophidae	—
Familie Polyceridae	131	Familie Gymnodorididae	—

Überfamilie Goniodoridoidea

Familie Goniodorididae	131	Gattung <i>Acanthodoris</i>	—
Gattung <i>Okenia</i>	131	<i>A. pilosa</i> (Müller, 1776)	—
<i>O. elegans</i> Bronn, 1826	131	Gattung <i>Ancylodoris</i>	—
Familie Lamellidorididae oder Onchidorididae	131	<i>A. baicalensis</i> Dybowski, 1900	129
Gattung <i>Lamellidoris</i>	131	Familie Corambidae	—
<i>L. muricata</i> (Müller, 1776)	—	Gattung <i>Corambe</i>	—
<i>L. bilamellata</i> (Linné, 1758)	—	<i>C. testudinaria</i> Fischer, 1891	—
<i>L. depressa</i> (Adler & Hancock, 1842)	—	Familie Vayssiéridae	—
<i>L. napolitana</i> (Delle Chiaje, 1841)	—		

Überfamilie Phyllidioidea oder Perostomata

Familie Phyllidiidae	131	Gattung <i>Dendrodoris</i>	131
Gattung <i>Phyllidia</i>	—	<i>D. limbata</i> (Cuvier, 1804)	131
Familie Dendrodorididae	131	<i>D. grandiflora</i> (Rapp, 1827)	131

Unterordnung Dendronotoidei

Familie Tritoniidae oder Duvauceliidae	132	Familie Dendronotidae	132
Gattung <i>Tritonia</i>	131	Gattung <i>Dendronotus</i>	132
<i>Tr. hombergi</i> Cuvier, 1802	—	Bäumchenschnecke, <i>D. arborescens</i>	
<i>Tr. gracilis</i> Risso, 1818 oder <i>Duvaucelia gracilis</i>	131	(Müller, 1776) oder <i>D. frondosus</i>	
Gattung <i>Marionia</i>	132	<i>Amphitrite</i> , 1774	132
<i>M. blainvillea</i> Risso, 1818	132	Familie Bornellidae	—
Familie Aranucidae	—	Familie Fimbriidae oder Tethyidae	132
Familie Lomanotidae	—	Gattung <i>Fimbria</i>	132
Gattung <i>Lomanotus</i>	132	Schleierschnecke, <i>F. fimbria</i> (Bohadsch, 1761)	
<i>L. genei</i> Verany 1846	132	oder <i>Tethys leporina</i>	132
Familie Scyllaeidae	132	Familie Dotoidae	132
Gattung <i>Scyllaea</i>	132	Gattung <i>Doto</i>	132
Sargassumschnecke, <i>Sc. pelagica</i> (Linné, 1754)	132	<i>D. coronata</i> (Gmelin, 1791) oder <i>Idulia coronata</i>	132
Familie Hancockiidae	132	Familie Phyllirhoidae	132
Gattung <i>Hancockia</i>	132	Gattung <i>Phyllirhoe</i>	132
<i>H. uncinata</i> (Hesse, 1872)	132	Beilschnecke, <i>Ph. bucephala</i>	
		Peron & Lesueur, 1810	132

Unterordnung Arminoidei

Überfamilie Arminoidea

Familie Heterodorididae	—	<i>A. maculata</i> Rafinesque, 1814	—
Familie Arminidae	132	Familie Doridoididae	—
Gattung <i>Armina</i>	132		

Überfamilie Madrelloidea

Familie Janolidae oder Antiopellidae	132	<i>A. cristata</i> (DelleChiaje, 1841)	133
Gattung <i>Janolus</i>	132	Familie Madrellidae	—
<i>J. hyalinus</i> (Adler & Hancock, 1854)	132	Familie Dironidae	—
Gattung <i>Antiopella</i>	133		

Überfamilie Heroidea

Familie Gonieolididae	—	<i>H. formosa</i> (Loven, 1839)	133
Familie Heroidae	133	Familie Charcotiidae	—
Gattung <i>Hero</i>	133		

Unterordnung Fadenschnecken (Aeolidioidei)

Überfamilie Coryphelloidea oder Pleuroprocta

Familie Notaeolidiidae	133	Linienfadenschnecke, <i>C. lineata</i> (Loven, 1844)	133
Familie Coryphellidae	133	Rotrückige Fadenschnecke, <i>C. verrucosa</i>	
Gattung <i>Coryphella</i>	133	(Sars, 1829) oder <i>C. rufibranchialis</i>	133

Überfamilie Flabellinoidea oder Acleioprocta

Familie Eubranchidae	133	Familie Calmidae	134
Gattung <i>Eubranchus</i>	133	Gattung <i>Calma</i>	134
<i>Eu. tricolor</i> Forbes, 1838	133	<i>C. glaucoides</i> (Alder & Hancock, 1855)	134
<i>Eu. pallidus</i> (Alder & Hancock, 1848)	—	Familie Pseudovermidae	134
Familie Cuthonidae	133	Gattung <i>Pseudovermis</i>	134
Gattung <i>Tenellia</i>	133	<i>Ps. papillifer</i> Kowalevsky, 1901	134*
<i>T. ventilabrum</i> (Dalyell, 1855) oder		<i>Ps. salamandrops</i> Bois Reymond-Marcus, 1953	134
<i>Embletonia pallida</i>	133	<i>Ps. schulzi</i> Marcus & Marcus, 1955	134*
Gattung <i>Embletonia</i>	133/134	<i>Ps. kowalevskyi</i> Salvini-Plawen & Sterrer, 1968	—
<i>E. pulchra</i> (Alder & Hancock, 1844)	133	Familie Flabellinidae	134
Gattung <i>Tergipes</i>	133	Gattung <i>Flabellina</i>	134
<i>T. despectus</i> (Johnston, 1838)	133	Violette Fadenschnecke, <i>Fl. affinis</i>	
Gattung <i>Trinchesia</i>	134	(Gmelin, 1791)	134
<i>Tr. foliata</i> (Forbes & Goodsir, 1839)	134	Gattung <i>Calmella</i>	134
Familie Fionidae	134	Rotkeulige Fadenschnecke, <i>C. cavolinii</i>	
Gattung <i>Fiona</i>	134	(Verany, 1846)	134
<i>F. pinnata</i> (Eschscholtz, 1831)	134		

Überfamilie Fadenschnecken i.e.S. (Aeolidioidea oder Cleioprocta)

Familie Facelinidae	134	<i>D. banyulensis</i> Portmann & Sandmeier, 1960	—
Gattung <i>Facelina</i>	134	Familie Aeolidiidae	134
Braunrosa Fadenschnecke, <i>F. drummondi</i>		Gattung <i>Aeolidia</i>	134
(Thompson, 1843) oder <i>F. coronata</i>	134	Breitwarzige Fadenschnecke, <i>Ae. papillosa</i>	
<i>F. coronata</i> (Forbes, 1839)	—	(Linné, 1761)	134
<i>F. rubrovittata</i> DaCosta, 1866	—	Gattung <i>Spurilla</i>	134
Gattung <i>Hervia</i>	134	<i>Sp. napolitana</i> (DelleChiaje, 1823)	134
<i>H. peregrina</i> (Gmelin, 1789)	134	Gattung <i>Berghia</i>	135
<i>H. costai</i> Haefelfinger, 1961	134	<i>B. coerulescens</i> (Laurillard, 1830)	135
Gattung <i>Caloria</i>	—	Familie Glaucidae	135
<i>C. maculata</i> Trinchesi, 1888	—	Gattung <i>Glaucus</i>	135
Familie Favorinidae	134	<i>Gl. marinus</i> (Breyn, 1705) oder <i>Gl. atlanticus</i>	135
Gattung <i>Favorinus</i>	134	Familie Myrrhinidae	—
<i>F. branchialis</i> (Rathke, 1806)	134		
Gattung <i>Dondice</i>	—		

Klasse Grabfüßer (Scaphopoda)

Familie Elefantenzähne (Dentaliidae)	136 138	<i>E. quinquangularis</i>	143
Gattung <i>Dentalium</i>	138	Gattung <i>Siphonodentalium</i>	143
Gemeiner Elefantenzahn, <i>D. vulgare</i>	139* 138	<i>S. vitreum</i>	139* 143
<i>D. rectum</i>	139* 138	Gattung <i>Cadulus</i>	143
<i>D. entale</i>	138	<i>C. subfusiformis</i>	139* 143
<i>D. dentale</i>	138	<i>C. jeffreysi</i>	143
Familie Siphonodentaliidae	138	Gattung <i>Fissidentalium</i>	137 143
Gattung <i>Pulsellum</i>	143	<i>F. plurifissuratum</i>	137* 137
<i>P. lofotense</i>	139* 143	<i>F. vernedi</i>	143
Gattung <i>Entalina</i>	143	Gattung <i>Fustiaria</i>	137
		<i>F. stenoschizum</i>	137* 137

Klasse Muscheln (Bivalvia)

Ordnung Fiederkiemer (Protobranchia oder Nuculacea)

Familie Nußmuscheln (Nuculidae)	148	<i>N. fragilis</i> (Chemnitz, 1784) oder <i>Leda</i> f.	139* 148
Gattung <i>Nucula</i>	148	Gattung <i>Yoldia</i>	148
Gemeine Nußmuschel, <i>N. nucleus</i>		<i>Y. limatula</i> (Say, 1831)	139* 148
(Linné, 1758)	139* 148	<i>Y. arctica</i>	148
Streifen-Nußmuschel, <i>N. sulcata</i> Bronn,	149* 149	Familie Solemyidae oder Solenomyidae	148
<i>N. proxima</i>	—	Gattung <i>Solemya</i>	148
Familie Nuculanidae oder Ledidae	148	<i>S. togata</i> (Poli, 1795) oder <i>Solenomya</i>	
Gattung <i>Nuculana</i>	148	<i>mediterranea</i> Lamarck, 1818	148
<i>N. pella</i> (Linné, 1758) oder <i>Leda</i> p.	148		

Ordnung Fadenkiemer (Filibranchia oder Lamellibranchia)

Unterordnung Reihenzahnige Muscheln (Taxodonta oder Ardoidea)

Familie Archenmuscheln (Arcidae)	149	Gattung <i>Glycimeris</i>	150
Gattung <i>Arca</i>	139* 149	Gemeine Samtmuschel, <i>Gl. glycimeris</i>	
Arche Noah, <i>A. noae</i> (Linné, 1758) oder		(Linné, 1767) oder <i>Pectunculus glycimeris</i>	
<i>A. diluvii</i> Lam.	139* 149	oder <i>Gl. orbicularis</i>	139* 150
Gattung <i>Barbatia</i>	149	Echte Samtmuschel, <i>Gl. pilosa</i> (Linné, 1767)	150
Bärtige Archenmuschel, <i>B. barbata</i> (Linné, 1767)		Familie Limopsidae	150
oder <i>Arca barbata</i>	149	Gattung <i>Limopsis</i>	150
Gattung <i>Striarca</i>	149	<i>L. aurita</i> (Brocchi, 1814)	150
Milchweiße Archenmuschel, <i>Str. lactea</i>		Gattung <i>Philobrya</i>	150
(Linné, 1767) oder <i>Arca lactea</i>	149	<i>Ph. setosa</i> (Carpenter, 1864)	150
Familie Samtmuscheln (Glycimeridae)	149		

Unterordnung Schwachzahnige Muscheln (Leptodonta oder Anisomyaria)

Überfamilie Mytiloidea

Familie Mytilidae	151	Gattung <i>Musculus</i>	152
Gattung <i>Mytilus</i>	151	Fleckenmuschel, <i>M. marmoratus</i> (Forbes, 1838)	
Gemeine Miesmuschel, <i>M. edulis</i>		oder <i>Modiolaria marmoratus</i>	140* 150*
Linné, 1758	140* 151	Gattung <i>Planctomya</i>	163
Mittelländische Miesmuschel,		<i>Pl. henseni</i> Simroth, 1895	163
<i>M. galloprovincialis</i> Lamarck, 1818	150	Gattung <i>Lithophaga</i>	152
Gattung <i>Modiolus</i>	151	Steindattel, <i>L. mytiloides</i> (Röding) oder	
Bartmuschel, <i>M. barbatus</i> (Linné, 1765)	140* 151	<i>Lithodomus lithophaga</i>	140* 152

Überfamilie Pterioidea

Familie Isognomonidae	152	oder <i>Avicula tarentina</i> Lam.	152
Gattung <i>Malleus</i>	152	Gattung <i>Pinchada</i>	152
Hammermuschel, <i>M. malleus</i>		Große Seeperlmuschel, <i>P. margaritifera</i>	
(Linné, 1758)	140* 152	(Linné, 1758) oder <i>Pteria margaritifera</i> oder	
Gattung <i>Vulsella</i>	152	<i>Meleagrina margaritifera</i>	140* 152
<i>V. rugosa</i> Lamarck, 1799	152		
Familie Pteriidae	152	Familie Pinnidae	153
Gattung <i>Pteria</i>	152	Gattung <i>Pinna</i>	153
Vogelmuschel, <i>Pt. hirundo</i> (Linné, 1769)		Steckmuschel, <i>P. nobilis</i> Linne, 1767 oder	
		<i>P. squamosa</i> Lam.	140* 153

Überfamilie Pectinoidea

Familie Amusiidae	153	Familie Klappmuscheln (Spondyliidae)	155
Gattung <i>Amusium</i>	153	Lazarusklappe oder Stachelauster,	
Kompaktmuschel, <i>A. pleuronectes</i> (Linné, 1758)	153	<i>Sp. gaederopus</i> Linné, 1758	142* 155
Familie Kammuscheln (Pectinidae)	154	Familie Feilenmuscheln (Limidae)	155
Gattung <i>Chlamys</i>	154	Gattung <i>Lima</i>	155
Bunte Kammuschel, <i>Ch. varius</i>		Große Feilenmuschel, <i>L. inflata</i>	
(Linné, 1758)	142* 159* 154	(Chemnitz, 1782)	142* 160* 155
<i>Ch. opercularis</i> (Linné, 1767)	154	Schuppige Feilenmuschel, <i>L. lima</i> (Linné 1767)	
Gattung <i>Pecten</i>	154	oder <i>L. squamosa</i> Lamarck	—
Pilgermuschel, <i>P. jacobaeus</i>		Nestbauende Feilenmuschel, <i>L. hians</i>	
(Linné, 1758)	142* 154* 154	(Gmelin, 1789)	155* 155
Große Kammuschel, <i>P. maximus</i> (Linné, 1758)	154		

Überfamilie Anomioidea

Familie Anomiidae	155	Familie Placunidae	156
Gattung <i>Anomia</i>	155	Gattung <i>Placenta</i>	156
Sattelmuschel oder Zwiebelmuschel,		Kuchenmuschel, <i>Pl. placuna</i>	
<i>A. ephippium</i> Linné, 1758	142* 156* 155	(Brugiere, 1792)	156* 156

Überfamilie Ostreoidea

Familie Austern (Ostreidae)	156	(Gmelin, 1791) oder <i>Gryphaea virginica</i>	157
Gattung <i>Ostrea</i>	156	Riesenauster, <i>Cr. gigas</i> Meuschen, 1781	141* 157
Gemeine, Eßbare, Tafel- oder Europäische		Gattung <i>Pycnodonta</i>	157
Auster, <i>O. edulis</i> Linné, 1758	142* 156	Blattauster, <i>P. folium</i> (Linné, 1767) oder	
Gattung <i>Crassostrea</i>	157	<i>Lopha folium</i> oder <i>Ostrea folium</i>	157* 157
Portugiesische Auster, <i>Cr. angulata</i>		Klammerauster, <i>P. frons</i> (Linné, 1767) oder	
(Lamarck, 1799) oder <i>Gryphaea angulata</i>	157	<i>Lopha frons</i> oder <i>Ostrea frons</i>	157* 157
Amerikanische Auster, <i>Cr. virginica</i>			

Ordnung Blattkiemer (Eulamellibranchiata)

Unterordnung Gespaltenzählige Muscheln (Schizodonta)

Überfamilie Trigonoidea

Familie Trigoniidae	163	<i>N. margaritacea</i> (Lamarck, 1804)	163
Gattung <i>Neotrigonia</i>	163		

Überfamilie Najaden (Unionoidea)

Familie Flußperlmuscheln (Margaritiferidae)	164	<i>A. cygnaea</i> (Linné, 1758)	141* 165* 164
Gattung <i>Margaritifera</i>	164	Gattung <i>Pseudoanodonta</i>	165
Flußperlmuschel, <i>M. margaritifera</i> (Linné, 1758)		Flache Teichmuschel, <i>Ps. complanata</i>	
oder <i>Margaritana m.</i>	141* 164*	(Ziegler)	165
Familie Flußmuscheln (Unionidae)	164	Gattung <i>Lampsilis</i>	165
Gattung <i>Unio</i>	164	<i>L. ventricosa</i> (Solander)	165
Malermuschel, <i>U. pictorum</i> (Linné, 1758)	141* 164	<i>L. fasciola</i>	165
Gemeine oder Dicke Flußmuschel,		Familie Mutelidae	166
<i>U. crassius</i> Retzius, 1788	164	Gattung <i>Anodonites</i>	166
Gattung <i>Anodonta</i>	164	<i>A. wymani</i> (Lea)	166
Schwanenmuschel, Gemeine Teichmuschel,			

Unterordnung Wechselzähnlige Muscheln (Heterodonta)

Überfamilie Atartoidea

Familie Astartidae	169	Nordische Astarte, <i>A. borealis</i>	
Gattung <i>Astarte</i>	169	(Chemnitz, 1773)	141* 169
Gefurchte Astarte, <i>A. sulcata</i> (DaCosta, 1778)	169		

Überfamilie Carditoidea

Familie Carditidae	169	<i>Cardita c.</i>	169
Gattung <i>Thecalia</i>	169	Gattung <i>Milneria</i>	169
<i>Th. concamerata</i> (Chemnitz) oder		<i>M. minima</i> (Dall, 1871)	169

Überfamilie Sphaerioidea

Familie Kugelmuscheln (Sphaeriidae)	169	<i>Sph. lacustre</i> (Müller, 1774)	141* 169
Gattung <i>Sphaerium</i>	169	Gattung <i>Pisidium</i>	170
Flußkugelmuschel oder Große Kugelmuschel,		Große Erbsenmuschel, <i>P. amnicum</i>	
<i>Sph. rivicola</i> (Lamarck)	169	(Müller, 1774)	170
Hornfarbige Kugelmuschel, <i>Sph. corneum</i>		Gemeine Erbsenmuschel, <i>P. casertanum</i>	
(Linné, 1758)	141* 169	(Poli) oder <i>P. cinerum</i>	170
Haubenmuschel oder Teichkugelmuschel,		Band-Erbsenmuschel, <i>P. torquatum</i> Stelfox	170

Überfamilie Glossoidea oder Isocardioidea

Familie Kellyellidae	170	Familie Glossidae oder Isocardiidae	170
Gattung <i>Kellyella</i>	170	Gattung <i>Glossus</i>	170
Europäische Kelliella, <i>K. militaris</i>		Ochsenherz, <i>Gl. rubicundus</i> Poli, 1795 oder	
(Philippi)	170	<i>Isocardia cor</i> L. oder <i>I. humana</i>	170

Überfamilie Articoidea oder Cyprinoidea

Familie Arcticidae oder Caprinidae	170	Familie Riffmuscheln (Trapeziidae oder Libitiniidae)	171
Gattung <i>Arctica</i>	170	Gattung <i>Coralliophaga</i>	171
Inlandmuschel, <i>A. islandica</i> (Linné, 1758)		Kalkesser, <i>C. lithophagella</i> (Lamarck, 1819)	171
oder <i>Cyprina i.</i>	141* 170		

Überfamilie Gaimardioidea

Familie Gaimardiidae	171	<i>G. trapezina</i> (Lamarck)	171
-----------------------------	-----	-------------------------------	-----

Überfamilie Dreissenoidae

Familie Dreissenidae	171	Gemeine Wandermuschel oder Dreiecksmuschel,
Gattung <i>Dreissena</i>	171	<i>Dr. polymorpha</i> Pallas, oder <i>Dreissena</i> p. 141* 171

Überfamilie Lucinoidea

Familie Lucinidae	172	<i>L. lacteus</i> (Linné, 1758)	172
Gattung <i>Divaricella</i>	172	Gattung <i>Lucina</i>	172
<i>D. divaricata</i> (Linné, 1758)	172	<i>L. borealis</i> (Linné, 1767)	172
Gattung <i>Loripes</i>	172		

Überfamilie Leptonoidea

Familie Montacutidae	172	Gattung <i>Entovalva</i>	172
Gattung <i>Montacuta</i>	172	<i>E. mirabilis</i> Völtkow, 1890	172
<i>M. substriata</i> (Montagu, 1808)	172	Gattung <i>Litigella</i>	172
<i>M. oblonga</i> Turton, 1822	172	<i>L. glabra</i> (Fischer)	172
<i>M. ferruginosa</i> (Montagu, 1809)	172		
Gattung <i>Mysella</i>	172	Familie Leptonidae	172
Linsenmuschel, <i>M. bidentata</i> (Montagu, 1803)		Gattung <i>Galeomma</i>	172
oder <i>Montacuta</i> b.	172	<i>G. turtoni</i> Sowerby, 1825	172
<i>M. donacina</i> Wood	172	Gattung <i>Kellya</i>	173
Gattung <i>Devonia</i>	172	<i>K. suborbicularis</i> (Montagu, 1803) oder	
<i>D. perrieri</i> (Malard) oder <i>Synapticola</i> p.	172	<i>Tellimya</i> s.	173
<i>D. semperi</i> (Oshima, 1930) oder <i>Entovalva</i> s.	172		

Überfamilie Chamoidea

Familie Hufmuscheln oder Gienmuscheln		<i>Ch. gryphina</i> Lamarck, 1818	173
(Chamidae)	173	Mittelländische Hufmuschel, <i>Ch. gryphoidea</i>	
Gattung <i>Chama</i>	173	Linné, 1758	168* 173
Lappenmuschel oder Schuppige Hufmuschel,			

Überfamilie Cardioidea

Familie Herzmuscheln (Cardiidae)	173	Sowerby, 1859	174
Gattung <i>Cardium</i>	173	<i>C. muticum</i> Reeve oder <i>Serripes</i> m.	174
Gewöhnliche oder Eßbare Herzmuschel,		Gattung <i>Laevicardium</i>	173
<i>C. edule</i> Linné, 1758 oder <i>Cerastoderma</i>		Lange Herzmuschel, <i>L. oblongum</i>	
<i>edule</i>	168* 173	(Gmelin, 1790) oder <i>Cardium</i> o.	173
Kleine Herzmuschel, <i>C. exiguum</i>		Gattung <i>Corculum</i>	174
Gmelin, 1789 oder <i>Cerastoderma</i> e.	174		
Gebänderte Herzmuschel, <i>C. fasciatum</i>		Familie Riesenmuscheln oder Zackenmuscheln	
Montagu, 1808	168* 174	(Tridacnidae)	174
Warzige Herzmuschel, <i>C. tuberculatum</i>		Gattung <i>Tridacna</i>	174
Linné, 1767 oder <i>Acanthocardia</i> t.	173	Mördermuschel, <i>Tr. gigas</i> (Linné, 1758)	174
Stachelige Herzmuschel, <i>C. aculeatum</i>		Grabende Riesenmuschel, <i>Tr. crocea</i>	
Linné, 1767 oder <i>Acanthocardia</i> a.	174	Lamarck, 1819	161* 167* 174
Dornige Herzmuschel, <i>C. echinatum</i>		Gattung <i>Hippopus</i>	175
Linné, 1767 oder <i>Acanthocardia</i> e.	174	Pferdehufmuschel, <i>H. hippopus</i>	
Breitrippige Herzmuschel, <i>C. paucicostatum</i>		(Linné, 1758) oder <i>H. maculatus</i>	167* 175

Überfamilie Veneroidea

Familie Venusmuscheln (Veneridae)	176	(Montagu, 1803) oder <i>V. saxatilis</i> Bellev.	
Gattung <i>Venus</i>	176	oder <i>Tapes pullastra</i> Mont.	176
Rauhe Venusmuschel, <i>V. verrucosa</i>		Gattung <i>Mercenaria</i>	176
Linné, 1758	168*	Quahog-Muschel, <i>M. mercenaria</i> (Linné, 1758)	
Gemeine Venusmuschel, <i>V. gallina</i>		oder <i>Venus m.</i>	176
Linné, 1758 oder <i>Chamelea g.</i> oder <i>Chione g.</i>	176		
Gattung <i>Callista</i>	176	Familie Petricolidae	176
Braune Venusmuschel, <i>C. chione</i> (Linné, 1758)		Gattung <i>Petricola</i>	176
oder <i>Meretrix ch.</i> oder <i>Pitaria ch.</i>	168*	Amerikanische Bohrmuschel, <i>P. pholadiformis</i>	
Gattung <i>Venerupis</i>	176	Lamarck, 1818	176
Gemeine Teppichmuschel, <i>V. perforans</i>		Steinesser, <i>P. lithophaga</i> (Retzius, 1786)	176

Überfamilie Tellinoidea

Familie Plattmuscheln oder Tellmuscheln (Tellinidae)		Zerbrechliche Tellmuschel, <i>G. fragilis</i>	
Gattung <i>Macoma</i>	179	(Linné, 1767) oder <i>Tellina f.</i>	179
Pazifische Plattmuschel, <i>M. nasuta</i>	179		
Conrad, 1837	179	Familie Scrobiculariidae oder Semelidae	179
Baltische Plattmuschel oder Rote Bohne,		Gattung <i>Scrobicularia</i>	179
<i>M. baltica</i> (Linné, 1758)	168*	Pfeffermuschel, <i>Scr. plana</i> (DaCosta, 1778)	
Gattung <i>Tellina</i>	179	oder <i>Scr. piperata</i> Gmelin	168* 179
Platte Tellmuschel, <i>T. tenuis</i> DaCosta, 1778			
oder <i>Macoma exigua</i> Poli	179	Familie Donacidae	179
Gattung <i>Gastrana</i>	179	Gattung <i>Donax</i>	179
		Sägezahn, <i>D. trunculus</i> Linné, 1767	179

Unterordnung Wenigzähnlige Muscheln (Adapedonta)

Überfamilie Solenoidea

Familie Scheidenmuscheln (Solenidae)	177*	<i>S. pellucidus</i>	177* —
Gattung <i>Solen</i>	179	Gattung <i>Ensis</i>	180
Messerscheide oder Große Scheidenmuschel,		Schwertmuschel, <i>E. ensis</i> (Linné, 1758)	180
<i>S. vagina</i> Linné, 1758 oder <i>S. marginatus</i>		Taschenmesser-Muschel, <i>E. siliqua</i>	
Montagu	179	(Linné, 1758)	177* 180

Überfamilie Mactroidea

Familie Trogmuscheln (Mactridae)	180	Familie Hiattellidae oder Saxicavidae	180
Gattung <i>Mactra</i>	180	Gattung <i>Hiattella</i>	180
Große Trogmuschel oder Strahlenkorb,		Gemeiner Felsenbohrer, <i>H. arctica</i> (Linné, 1767)	
<i>M. stultorum</i> (Linné, 1758) oder		oder <i>Saxicava a.</i> oder <i>H. monoptera</i> Bosc	177* 180
<i>M. corallina</i> L.	168* 180	Gattung <i>Saxicava</i>	180
Gattung <i>Spisula</i>	180	Runzeliger Felsenbohrer, <i>S. rugosa</i>	
Dreieckige Trogmuschel, <i>Sp. subtruncata</i>		(Linné, 1767) oder <i>Hiattella r.</i>	177* 180
(DaCosta, 1778)	180		

Überfamilie Myoidea

Familie Myidae	181	Mittelländische Korbmuschel, <i>C. mediterranea</i>	
Gattung <i>Mya</i>	181	DaCosta, 1829	181
Klaffmuschel, <i>M. arenaria</i> Linné, 1758	177* 181		
Familie Corbulidae	181	Familie Gastrochaenidae	181
Gattung <i>Corbula</i>	181	Gattung <i>Gastrochaena</i>	181
Gemeine Korbmuschel, <i>C. gibba</i> (Olivi, 1892)		Europäische Gastrochaena, <i>G. dubia</i>	
oder <i>Aloidis g.</i>	177* 181	(Pennant, 1777)	177* 181

Überfamilie Bohrmuscheln (Adesmoidea)

Familie Pholadidae	181	Familie Teredinidae	182
Gattung <i>Pholas</i>	181	Gattung <i>Teredo</i>	182
Gemeine Bohrmuschel oder Dattelmuschel,		Gemeine Schiffsbohrmuschel oder Schiffs-	
<i>Ph. dactylus</i> Linné, 1758	181	bohrer, <i>T. navalis</i> Linné, 1758	177* 182
Gattung <i>Barnea</i>	182	Mitteländische Schiffsbohrmuschel oder	
Weißer Bohrmuschel, <i>B. candida</i> (Linné, 1758)		Schlauchröhre, <i>T. utriculus</i> Gmelin, 1790	182
oder <i>B. spinosa</i> Risso	177* 182	Atlantische Schiffsbohrmuschel, <i>T. pedicellata</i>	
Gattung <i>Zirfaea</i>	182	Quatrefages, 1849	182
Krause Bohrmuschel, <i>Z. crispata</i> (Linné,		Treibende Schiffsbohrmuschel, <i>T. megotara</i>	
1767)	177* 182	Hanley, 1848	182
Gattung <i>Xylophaga</i>	182	Gattung <i>Bankia</i>	—
Holzbohrmuschel, <i>X. dorsalis</i> Turton, 1822	182	Kleine Pfahlmuschel, <i>B. minima</i> (Blainville,	
		1828)	183

Unterordnung Zahnlose Muscheln (Anomalodesmoidea)

Überfamilie Pandoroidea

Familie Lyonsiidae	183	<i>Ph. candida</i> Sowerby, 1823	184
Gattung <i>Lyonsia</i>	183	Familie Thraciidae	184
Gestreifte Lyonsia, <i>L. striata</i> (Montagu, 1807)		Gattung <i>Thracia</i>	184
oder <i>L. norvegica</i> Chemnitz	183	Zarte Thracie, <i>Thr. papyracea</i> (Poli, 1791)	
Glasige Lyonsia, <i>L. hyalina</i>	178* 184	oder <i>Thr. fragilis</i> Pennant	178* 184
Familie Pandoridae	184	Versteckte Thracie, <i>Thr. pubescens</i> (Pulteney,	
Gattung <i>Pandora</i>	184	1799)	184
Büchsenmuschel, <i>P. inaequalis</i> (Linné,		Runde Thracie, <i>Thr. convexa</i> (Wood, 1815)	184
1767) oder <i>P. rostrata</i> Lamarck	178* 184	Gattung <i>Ixaria</i>	184
Familie Pholadomyidae	184	Falsche Thracie, <i>I. distorta</i> (Montagu, 1803)	
Gattung <i>Pholadomya</i>	184	oder <i>Thracia d.</i>	184

Überfamilie Clavagelloidea

Familie Clavagellidae	184	Gattung <i>Brechites</i>	185
Gattung <i>Clavagella</i>	185	Siebmuschel oder Gießkannenmuschel,	
Rauchfangmuschel, <i>Cl. aperta</i> Sowerby,		<i>Br. vaginiferum</i> (Lamarck, 1818) oder	
1823	178* 185	<i>Aspergillum v.</i>	178* 185

Ordnung Verwachsenkiemer (Septibranchia)

Familie Verticordiidae	186	oder <i>P. anatinoides</i> Forbes	178* 186
Gattung <i>Lyonsella</i>	186	Familie Cuspidariidae	186
<i>L. abyssicola</i> Sars, 1868	186	Gattung <i>Cuspidaria</i>	186
Familie Poromyidae	186	<i>C. typus</i> Nardo, 1840 oder <i>C. cuspidata</i>	
Gattung <i>Poromya</i>	186	Olivieri	178* 186
<i>P. granulata</i> (Nyst & Westendorp, 1839)		<i>C. rostrata</i> (Spengler, 1792)	186

Klasse Kopffüßer (Cephalopoda)

Unterklasse Perlboote (Tetrabranchiata)

Familie Perlboote (Nautilidae)	193* 193	Neukaledonisches Perlboot, <i>N. macromphalus</i>	
Gattung <i>Nautilus</i>	193	Sowerby, 1849	193 194
Gemeines Perlboot oder Schiffsboot,		Salomons-Perlboot, <i>N. scrobiculatus</i> Solander,	
<i>N. pompilius</i> Linné, 1758	193 195	1786	193 195

Unterklasse Tintenschnecken (Dibranchiata)

Ordnung Zehnarmige Tintenschnecken (Decabrachia)

Unterordnung Eigentliche Tintenschnecken i. e. S. (Sepioidi)

Familie Spirulidae	202	Familie Sepiolidae	205
Gattung <i>Spirula</i>	202	Gattung <i>Rossia</i>	205
Posthörnchen, <i>Sp. spirula</i> (Linné, 1758)	202* 202	Große Rossie, <i>R. macrosoma</i> (DelleChiaje, 1830)	225* 205
Familie Sepiidae	205* 203	<i>R. mastigophora</i> Chun, 1910	206
Gattung <i>Sepia</i>	203	<i>R. caroli</i>	225* —
Gemeiner Tintenfisch oder Gemeine Sepie,		Gattung <i>Allorossia</i>	206
<i>S. officinalis</i> Linné, 1758	191* 204* 224* 203	Blauäugige Rossie, <i>A. glaucopsis</i> (Loven, 1845)	206
<i>S. officinalis officinalis</i>	203	Gattung <i>Heteroteuthis</i>	206
Dornsepie, <i>S. orbignyana</i> Ferussac, 1826	205	<i>H. dispar</i> (Rüppell, 1844)	206
Kleine oder Schlammpiep, <i>S. elegans</i> Blainville, 1827	205	Gattung <i>Sepiola</i>	206
Gattung <i>Hemisepius</i>	205	Mittelmeer-Sepiole oder Zwerg-Sepia,	
Halbsepie, <i>H. typicus</i> Steenstrup, 1875	205	<i>S. rondeleti</i> Leach, 1817	206
Familie Idiosepiidae	205	Atlantische Sepiole, <i>S. atlantica</i> d'Orbigny, 1840	206* 206
Gattung <i>Idiosepius</i>	205	Gattung <i>Sepietta</i>	206
Zwerg-Idiosepie, <i>I. pygmaeus</i> Steenstrup, 1891	205	Große Sepiette, <i>S. oweniana</i> d'Orbigny, 1840	206* 206

Unterordnung Kalmare (Teuthoidei)

Überfamilie Schließaugenkalmare (Loligoidea oder Myopsida)

Familie Loliginidae	204* 207* 206	Gattung <i>Alloteuthis</i>	208
Gattung <i>Loligo</i>	206	Atlantischer Zwergkalmar, <i>A. subulata</i> (Lamarck, 1798)	208
Gemeiner Kalmar, <i>L. vulgaris</i> Lamarck, 1796	188* 206	Mittelländischer Zwergkalmar, <i>A. media</i> (Linné, 1758)	208
Nordamerikanischer Kalmar, <i>L. pealei</i> Lesueur, 1821	207* 191 207	Familie Lepidoteuthidae	208
Nordischer Kalmar, <i>L. forbesi</i> Steenstrup, 1856	207* 207	Gattung <i>Lepidoteuthis</i>	208
Gattung <i>Sepioteuthis</i>	207	Schuppenkalmar, <i>L. grimaldi</i> Joubin, 1895	208
Echter Sepiakalmar, <i>S. sepioidea</i> (Blainville, 1823)	207	Gattung <i>Taonidium</i>	—
		<i>T. suhmé</i>	199* —

Überfamilie Nacktaugenkalmare (Oegopsioidea)

Familie Lycoteuthidae	208	Gattung <i>Onychoteuthis</i>	209
Gattung <i>Lycoteuthis</i>	208	Gemeiner Hakenkalmar oder Krallenkalmar, <i>O. banksi</i> (Leach, 1817)	209
Wunderlampe, <i>L. diadema</i> (Chun, 1900)	188* 208	Familie Gonatidae	209
Familie Enoploteuthidae	208	Gattung <i>Gonatus</i>	209
Gattung <i>Pterygoteuthis</i>	208	Köderkalmar, <i>G. fabricii</i> (Lichtenstein, 1818)	209
<i>Pt. giardi</i> Fischer, 1895	208	Familie Riesenkalmare (Architeuthidae)	209
Familie Octopodoteuthidae	208	Gattung <i>Architeuthis</i>	209
Gattung <i>Octopodoteuthis</i>	208	<i>A. dux</i> Steenstrup, 1857	209
Achtarmkalmar, <i>O. sacula</i> Rüppell, 1844	208	<i>A. clarkei</i> Robson, 1833	209
Familie Hakenkalmare (Onychoteuthidae)	209		

<i>A. harveyi</i> (Kent, 1874)	209	Fliegender Kalmar, <i>St. bartrami</i> (Lesueur, 1821)	211
<i>A. princeps</i> Verrill, 1875	209	<i>St. caroli</i> (Furtado, 1887)	211
Familie Histoteuthidae	210	Familie Chiroteuthidae	211
Gattung <i>Histoteuthis</i>	210	Gattung <i>Chiroteuthis</i>	211
Segelkalmar, <i>H. bonelliana</i> (Ferussac, 1835)	188* 210	Anglerkalmar, <i>Ch. veranyi</i> (Ferussac, 1835)	197* 211
Gattung <i>Calliteuthis</i>	210	Gattung <i>Doratopsis</i>	211
<i>C. meneghinii</i> (Verany, 1851)	210	Anglerkalmarlarve, <i>D. vermicularis</i> (Rüppell, 1844)	211
Familie Ommatostrephidae	210	Gattung <i>Chiropsis</i>	211
Gattung <i>Illex</i>	210	<i>Ch. mega</i>	211
Kurzflossenkalmar, <i>I. illecebrosus</i>	210	Familie Gallertkalmare (Cranchiidae)	211
Atlantischer Kurzflossenkalmar, <i>I. illecebrosus illecebrosus</i> (Lesueur, 1821)	210	Gattung <i>Bathothauma</i>	212
Mittelländischer Kurzflossenkalmar, <i>I. illecebr. coindeti</i> (Verany, 1837)	210	Tiefenwunder, <i>B. lyromma</i> Chun, 1906	212
Gattung <i>Ommatostrephes</i>	210	Gattung <i>Sandalops</i>	212
Pfeilkalmar, <i>O. sagittatus</i> (Lamarck, 1798) oder <i>Ommastrephes</i> s.	188* 204* 210	Sandalenaug, <i>S. melancholicus</i> Chun, 1906	197* 212
<i>O. volatilis</i> Sasaki, 1929	211	Gattung <i>Cranchia</i>	212
Gattung <i>Rhynchoteuthis</i>	211	Warziger Gallertkalmar, <i>Cr. scabra</i> Leach, 1817	212
Pfeilkalmar-Larven, <i>Rh. sp. d'Orbigny</i> , 1847	211	Gattung <i>Desmoteuthis</i>	212
Gattung <i>Stenoteuthis</i>	211	<i>D. pellucida</i> Chun, 1910	197* 212

Ordnung Tiefseevampire (Vampyromorpha)

Familie Vampyromorphidae	212	Atlantischer Tiefseevampir, <i>V. infernalis</i>	
Gattung <i>Vampyroteuthis</i>	212	<i>infernalis</i> Chun, 1903	212
<i>V. infernalis</i>	197* 214* 215* 212		

Ordnung Achtarmige Tintenschnecken (Octobranchia)

Unterordnung Zirrenträger (Cirrata)

Familie Cirroteuthidae	215	Familie Stauroteuthidae	216
Gattung <i>Cirroteuthis</i>	215	Gattung <i>Grimpoteuthis</i>	216
Arktischer Wunderschirm, <i>C. muelleri</i> Eschricht, 1838	215	<i>Gr. umbellata</i> (Fischer, 1883)	216
Gattung <i>Cirrothauma</i>	215	Familie Scheibenschirme (Opistoteuthidae)	216* 216
Blinder Wunderschirm, <i>C. murrayi</i> Chun, 1914	198* 215	Gattung <i>Opistoteuthis</i>	216
		Nordatlantischer Scheibenschirm, <i>O. agassizi</i> Verrill, 1883	216

Unterordnung Kraken i. w. S. (Incirrata)

Überfamilie Weichkieferrakren (Bolitaenoidea)

Familie Bolitaenidae	216	Gattung <i>Amphitretus</i>	216
Gattung <i>Bolitaena</i>	216	<i>A. pelagicus</i> Hoyle, 1885	216
<i>B. pygmaea</i> (Verrill, 1884) oder <i>Eledonella pygmaea</i>	216	Familie Vitreledonellidae	217
<i>B. diaphana</i> (Hoyle, 1885)	216	Gattung <i>Vitreledonella</i>	217
Familie Amphitretidae	216	<i>V. alberti</i> Joubin, 1918	198* 217
		<i>V. richardi</i> Joubin, 1918	217

Überfamilie Kraken i. e. S. (Octopodoidea)

Familie Octopodidae	191 217	Zirrenkrake, <i>O. cirrosa</i> (Lamarck, 1798) oder	
Gattung <i>Octopus</i>		<i>Eledone cirrosa</i>	220
192* 198* 219* 224* 191 192 216 217 220		Moschuskrake, <i>O. moschata</i> (Lamarck, 1798)	
Gemeiner Krake oder Gemeiner Octopus,		oder <i>Eledone moschata</i>	220
<i>O. vulgaris</i> Cuvier, 1797	218	Gattung <i>Graeledone</i>	220
<i>O. aegina</i> Gray, 1849	218	Warzenkrake, <i>Gr. verrucosa</i> (Verrill, 1881)	220
Langarmiger Krake, <i>O. macropus</i> Risso, 1826	220	Gattung <i>Batypolypus</i>	221
<i>O. defilippi</i>	191* —	Arktischer Tiefenkrake, <i>B. arcticua</i> (Prosch,	
<i>O. maorum</i>	198* —	1849)	221
Gattung <i>Ozaena</i>	220		

Überfamilie Papierbootartige Kraken (Argonautaidea)

Familie Alloposidae	221	Gattung <i>Trichocephalus</i>	221
Gattung <i>Alloposus</i>	221	»Becher-Haarwurm«, <i>Tr. acetabularis</i>	
Weichkrake, <i>A. mollis</i> Verrill, 1880	221	DelleChiaje, 1827	221
		Gattung <i>Ocythoe</i>	222
Familie Argonautidae	221	Schmarotzerkrake, <i>O. tuberculata</i> Rafinesque,	
Gattung <i>Tremoctopus</i>	221	1814	222
Löcherkrake, <i>Tr. violaceus</i> DelleChiaje, 1830	221	Gattung <i>Argonauta</i>	222
Gattung <i>Hectocotylus</i>	221	Papierboot, <i>A. argo</i> Linné, 1758	
»Hundertsaugnapf«, <i>H. octopodis</i> Cuvier, 1829	221	198* 221* 192 221 222	

Stamm Kranzföhler (Tentaculata)

Klasse Hufeisenwürmer (Phoronidea)

Gattung <i>Phoronis</i> Wright, 1856	235	<i>Ph. pacifica</i> Torrey, 1901	237
<i>Ph. hippocretia</i> Wright, 1856	235	<i>Ph. vancouverensis</i> Pixell, 1912	237
<i>Ph. ovalis</i> Wright, 1856	235	<i>Ph. gracilis</i> van Benden, 1858	237
<i>Ph. psammophila</i> Cori, 1889	253* 237	<i>Ph. australis</i> Haswell, 1882	237
<i>Ph. architecta</i> Andrews, 1890	237	Gattung <i>Phoronopsis</i> Gilchrist, 1907	231
<i>Ph. muelleri</i> Selys-Longchamps, 1902	237	<i>Ph. viridis</i> Hilton, 1930	231

Klasse Moostierchen (Bryozoa)

Unterklasse Kreiswirbler (Stelmatopoda)

Ordnung Kammünder (Ctenostomata)

Unterordnung Alcyonellea

Familie Alcyonidae	251	Familie Flustrellidae	251
Gattung <i>Alcyonidium</i>	245	Gattung <i>Flustrella</i>	245
Gallert-Moostierchen, <i>A. gelatinosum</i>		<i>Fl. hispida</i> Fabricius, 1780	251
(Linné, 1767)	234* 250* 251		

Unterordnung Paludicellea

Familie Paludicellidae	252	Familie Nolellidae	252
Gattung <i>Paludicella</i> Gervais, 1836	250	Gattung <i>Nolella</i>	238
Leitungsmoos, <i>P. articulata</i> Ehrenberg,		<i>N. alta</i> (Hincks, 1888)	238
1831	254* 252	Gattung <i>Victorella</i>	251
		<i>V. pavida</i> Kent, 1870	252

Unterordnung Stolonifera

Familie Vesiculariidae	252	Gattung Monobryozoon	240
Gattung Amathia	252	<i>M. ambulans</i> Remane, 1936	239* 255
<i>A. lendigera</i> (Linné, 1767)	252	<i>M. limicola</i> Franzen, 1960	255
Gattung Zoobotryon	252		
<i>Z. verticillatum</i> Ehrenberg, 1829	251* 252	Familie Valkeriidae	251
Familie Penetrantiidae	255	Gattung Harmeriella	251
		<i>H. terebrans</i> Borg, 1940	251
Familie Immergentiidae	255	Gattung Hypophorella	251
		<i>H. expansa</i> Ehlers, 1876	251
Familie Monobryozoontidae	—	Gattung Farrella Ehrenberg, 1839	250

Ordnung Engmünder (Stenostomata)**Unterordnung Articulata**

Familie Crisiidae	255	<i>Cr. eburnea</i> (Linné, 1758)	241* 255
Gattung Crisia	255		

Unterordnung Tubuliporina

Familie Diastoporidae	255	<i>D. patina</i> (Lamarck, 1809)	255
Gattung Diastopora	255		

Unterordnung Cancellata

Familie Horneridae	255	<i>H. lichenoides</i> (Linné, 1758)	255
Gattung Hornera Lamouroux, 1821	241		

Unterordnung Rectangulata

Familie Lichenoporidae	255	<i>L. radiata</i> Audouin, 1832	255
Gattung Lichenopora	255		

Ordnung Lippenmünder (Cheilostomata)**Unterordnung Anasca**

Familie Aeteidae	255	Familie Flustridae	255
Gattung Aetea	255	Gattung Flustra	255
<i>A. anguina</i> (Linné, 1758)	255	Blättermoostierchen, <i>Fl. foliacea</i> Linné,	
		1758	241* 254* 255

Familie Scrupocellariidae	—
Gattung Menipea	—
<i>M. normani</i> Nordgaard, 1917	—

Familie Bicellariidae	255	Familie Membraniporidae	255
Gattung Bugula	242	Gattung Electra Lamouroux, 1821	249
<i>B. neritina</i> Linné, 1758	255	Gattung Membranipora	247
		Bedornite Seerinde, <i>M. pilosa</i> (Linné, 1767)	246
		Seerinde, <i>M. membranacea</i>	
		(Linné, 1767)	253* 256* 256

Unterordnung Ascophora

Familie Reteporidae	256	<i>Sch. sanguinea</i> Norman, 1909	256
Gattung Retepora	256	Gattung Tubiporella	251
Netzkoralle, <i>R. beaniana</i> King, 1846	233* 256	Gattung Hippodiplosia	—
		<i>H. foliacea</i> Ellis, 1761	233* —
Familie Escharellidae	256		
		Familie Celleporidae	256
Familie Schizoporellidae	—	Gattung Cellepora	256
Gattung Schizoporella	248	<i>C. pumicosa</i> Pallas, 1766	256

Unterklasse Armwirbler (Lophopoda)

Familie Plumatellidae	257	Familie Cristatellidae	257
Gattung <i>Plumatella</i> Lamarck, 1809	257	Gattung <i>Lophopus</i>	257
<i>Pl. repens</i> (Linné, 1758)	243* 257	<i>L. cristallinus</i> (Pallas, 1766)	254* 257
<i>Pl. fungosa</i> (Pallas, 1768)	254* 257	Gattung <i>Cristatella</i>	258
Gattung <i>Fredericella</i>	257	<i>Cr. mucedo</i> Cuvier, 1798	254* 258
<i>Fr. sultana</i> (Blumenbach, 1777)	257		

Klasse Armfüßer (Brachiopoda)

Unterklasse Schloßlose Armfüßer (Ecardines)

Familie Lingulidae	265	Familie Craniidae	265
Gattung <i>Lingula</i>	261	Gattung <i>Crania</i> Retzius, 1781	265
<i>L. anatina</i> Brugiere, 1797	261	<i>Cr. anomala</i> Müller, 1776	265
Zungenmuschel, <i>L. unguis</i> Linné, 1758	253* 262	Gattung <i>Glottidia</i>	264
		<i>Gl. albida</i> Hinds, 1844	264

Unterklasse Schalenschloß-Armfüßer (Testicardines)

Familie † Spiriferidae	259	Familie Rhynchonellidae	—
Gattung † <i>Spirifer</i>	259	Gattung <i>Tegulorhynchia</i>	262
Gattung † <i>Anthracospirifer</i>	259	<i>T. nigricans</i> Sowerby, 1846	262
Gattung † <i>Imbrexia</i>	259	Gattung <i>Hemithyris</i>	264
		<i>H. psittacea</i> Gmelin, 1792	265
Familie † Richthofenidae	259	Gattung <i>Pygope</i>	28
Gattung † <i>Richthofenia</i>	259		
Gattung † <i>Prorichthofenia</i>	259	Familie Terebratulidae	259
Gattung † <i>Coscinarina</i>	259	Gattung <i>Terebratulina</i>	259
		<i>T. retusa</i> (Linné, 1758)	265
Familie † Oldhaminidae	259	Gattung <i>Clidonophora</i>	264
Gattung † <i>Oldhamina</i>	259	<i>Cl. dhuni</i> Blochmann, 1903	264
Gattung † <i>Leptodus</i>	259	Gattung <i>Gryphus</i> Megerle v. Mühlfeldt, 1811	261
Familie † Productidae	264	Familie Hegathyridae	—
Gattung † <i>Productus</i>	259	Gattung <i>Argyrotheca</i> Dall, 1900	265
† <i>Pr. giganteus</i> Sowerby, 1846	264	<i>A. cistellula</i> Wood, 1840	253* 265
Familie Thecidiidae	—	Familie Terebratellidae	265
Gattung <i>Lacazella</i> Munier-Chalmas, 1880	262* 262	Gattung <i>Terebratella</i> d'Orbigny, 1847	264
		<i>T. inconspicua</i> Sowerby, 1846	262

Stamm Pfeilwürmer (Chaetognatha)

Klasse Pfeilwürmer (Sagittoidea)

Ordnung Phragmomorpha

Familie Eukrohniidae	267	Familie Spadellidae	267
Gattung <i>Eukrohnia</i>	267	Gattung <i>Spadella</i>	267
<i>Eu. fowleri</i> (Ritter-Zahony, 1905)	267	<i>Sp. cephaloptera</i> (Busch, 1851)	—
<i>Eu. hamata</i> (Möbius, 1875)	271* 267		

Ordnung Aphragmomorpha

Familie Sagittidae	267	Familie Pterosagittidae	268
Gattung <i>Sagitta</i>	—	Gattung <i>Pterosagitta</i>	268
<i>Caecosagitta macrocephala</i> Fowler, 1905	271* 267	<i>Pt. draco</i> (Krohn, 1853)	271* 268
<i>Flaccisagitta enflata</i> Grassi, 1881	271* 267		
<i>S. bipunctata</i> Quoy & Gaimard, 1827	271* 267	Familie Krohnittidae	268
<i>S. setosa</i> Müller, 1847	267	Gattung <i>Amiskwia</i>	270
<i>Parasagitta elegans</i> Verill, 1873	267	<i>A. sagittiformis</i> Walcott, 1911	270
<i>Flaccisagitta gazellae</i> Ritter-Zahony, 1909	267		
<i>Mesosagitta decipiens</i> Fowler, 1905	268		

Stamm Stachelhäuter (Echinodermata)

Klasse Seelilien und Haarsterne (Crinoidea)

Ordnung Zirrentragende Seelilien (Isocrinida)

Familie Isocrinidae	288	Gattung <i>Cenocrinus</i>	288
Gattung <i>Metacrinus</i>	288	<i>C. asteria</i> Linnaeus	292* 288
<i>M. superbus</i> Carpenter	288		

Ordnung Haar- oder Federsterne (Comatulida)

Unterordnung Comasterina

Familie Comasteridae	288	<i>C. japonica</i> Müller	288
Gattung <i>Comatula</i>	288	Gattung <i>Comatella</i>	288
Gattung <i>Comaster</i>	288	Gattung <i>Capillaster</i>	288
Gattung <i>Comissia</i>	288	Gattung <i>Comantheria</i>	288
Gattung <i>Comanthus</i>	281* 288	<i>C. grandicalyx</i> Carpenter, 1882	288

Unterordnung Mariametrina

Familie Zygometridae	289	Familie Stephanometridae	289
Gattung <i>Catoptometra</i>	289		
Gattung <i>Zygometra</i>	289	Familie Tropiometridae	289
Gattung <i>Eudiocrinus</i>	289	Gattung <i>Tropiometra</i>	289
		<i>Tr. afra macrodiscus</i> (Hara, 1895)	289
Familie Himerometridae	289		
Gattung <i>Heterometra</i>	289	Familie Colobometridae	289
<i>H. savignyi</i> (J. Müller, 1841)	292* 289	Gattung <i>Decametra</i>	289
		Gattung <i>Oligometra</i>	289
Familie Mariametridae	289	Gattung <i>Colobometra</i>	289
Gattung <i>Lamprometra</i>	289	Gattung <i>Iconometra</i>	289
<i>L. klunzingeri</i> (Hartlaub, 1890)	289		

Unterordnung Thalassometrina

Familie Thalassometridae	289	Familie Calometridae	289
Gattung <i>Thalassometra</i>	289	Gattung <i>Neometra</i>	290
Gattung <i>Cosmiometra</i>	289	Gattung <i>Pectinometra</i>	290
Gattung <i>Stiremetra</i>	289		
Familie Charitometridae	289	Familie Notocrinidae	290
Gattung <i>Glyptometra</i>	289	Gattung <i>Notocrinus</i>	290

Unterordnung Macrophreata

Familie Antedonidae	290	<i>L. celtica</i> Andrew & Barrett, 1858	290
Gattung <i>Antedon</i>	290	Gattung <i>Heliometra</i>	290
Mittelmeer-Haarstern, <i>A. mediterranea</i>		<i>H. glacialis</i> (Owen, 1833)	290
(Lamarck, 1816)	282*		
<i>A. bifida</i> (Pennant, 1777)	290	Familie Atelecrinidae	290
<i>A. petasus</i> Düben & Koren, 1844	290		
Gattung <i>Leptometra</i>	290	Familie Pentametrocrinidae	290
<i>L. phalangium</i> (J. Müller, 1841)	290		

Ordnung Zirrenlose Seelilien (Millericrinida)

Familie Bathyrcrinidae	293	<i>B. australis</i> (A. H. Clark, 1915)	293
Gattung <i>Rhizocrinus</i>	293		
<i>R. lofotensis</i> M. Sars, 1864	292*	Familie Phrynocrinidae	—
Gattung <i>Bathyrcrinus</i>	293		

Ordnung Cyrtocrinida

Familie Holopodidae	293	Gattung <i>Hyocrinus</i>	293
Gattung <i>Holopus</i>	293	Gattung <i>Calamocrinus</i>	293
<i>H. rangi</i> d'Orbigny, 1837	292*		

Klasse Seewalzen (Holothuroidea)

Ordnung Dendrochirota

Unterordnung Dendrochirotida

Familie Placothuriidae	309	Gattung <i>Thyone</i>	309
Gattung <i>Placothuria</i>	309	<i>Th. briareus</i> (Lesueur, 1824)	309
		<i>Th. fusus</i> (O. F. Müller, 1788)	309
Familie Paracucumidae	309		
Gattung <i>Paracucumis</i>	309	Familie Sclerodactylidae	309
Familie Psolidae	309	Familie Seegurken (Cucumariidae)	309
Gattung <i>Psolus</i>	309	Gattung <i>Thyonidium</i>	309
<i>Ps. phantapus</i> (Stussenfeldt, 1765)	309	<i>Th. pellucidum</i> Fleming, 1828	309
<i>Ps. antarcticus</i> (Philippi, 1857)	319	Gattung <i>Cucumaria</i>	301* 312* 309
		Kletterholothurie, <i>C. planici</i> (Brandt, 1835)	301* 309
Familie Phyllophoridae	309	<i>C. frondosa</i> (Gunnerus, 1770)	318
Gattung <i>Trachythione</i>	309	<i>C. crocea</i> Lesson, 1830	319
<i>Tr. elongata</i> (Düben & Koren, 1844)	302*	<i>C. curata</i> Cowles, 1902	325

Unterordnung Dactylochirota

Familie Ypsilothuriidae	309	Gattung <i>Vaneyella</i>	309
Gattung <i>Echinocucumis</i>	309	Gattung <i>Mitsukuriella</i>	309
Gattung <i>Ypsilothuria</i>	301*		
		Familie Rhopalodinidae	309
Familie Vaneyellidae	309	Gattung <i>Rhopalodina</i>	301* 309

Ordnung Aspidochirota

Unterordnung Aspidochirotida

Familie Holothuriidae	310	Königsholothurie, <i>St. regalis</i> (Cuvier, 1817)	310
Gattung <i>Holothuria</i>	310	<i>St. parvimensis</i> H. L. Clark, 1913	314
Schwarze Seegurke, <i>H. forskali</i> Delle- Chiaje, 1823	310	<i>St. moebii</i> Semper, 1868	318
Röhrenholothurie, <i>H. tubulosa</i> Gmelin, 1788	301* 312* 310	<i>St. japonicus</i> Selenka, 1867	321
<i>H. surinamensis</i> Ludwig, 1875	314	Familie Synallactidae	310
<i>H. glaberrima</i> Selenka, 1867	325	Gattung <i>Bathyplores</i>	310
		<i>B. natans</i> (Sars, 1868)	310
		Gattung <i>Galatheothuria</i>	310
Familie Stichopodidae	310	<i>G. aspera</i> (Théel, 1886)	310
Gattung <i>Stichopus</i>	310		

Unterordnung Elasipodida

Familie Deimatidae	310	Gattung <i>Psychroptes</i>	302* 310
Gattung <i>Deima</i>	302* 310	Gattung <i>Euphronides</i>	302* 310
Gattung <i>Oneirophanta</i>	310		
Familie Laetmogonidae	310	Familie Elpididae	310
Gattung <i>Laetmogone</i>	310	Gattung <i>Peniagone</i>	310
		Gattung <i>Elpidia</i>	310
Familie Psychroptidae	310	<i>E. glacialis</i> Théel, 1886	310

Unterordnung Pelagothuridida

Familie Pelagothuriidae	310	Familie Planctothuriidae	310
Gattung <i>Pelagothuria</i>	301* 310	Gattung <i>Euphronides</i>	313

Ordnung Apoda

Unterordnung Apodida

Familie Synaptidae	313	<i>L. buski</i> (McIntosh, 1866)	318
Gattung <i>Leptosynapta</i>	313	Familie Chiridotidae	313
Wurmholothurie, <i>L. inhaerens</i> (O. F. Müller, 1776)	302* 313	Gattung <i>Chiridota</i>	313
Gattung <i>Synaptula</i>	314	Gattung <i>Taeniogyrus</i>	313
<i>S. hydriformis</i> (Lesueur, 1824)	314		
Gattung <i>Labidoplax</i>	313	Familie Myriotrochidae	313
<i>L. digitata</i> (Montagu, 1815)	313	Gattung <i>Myriotrochus</i>	313
<i>L. dubia</i> (Semper, 1868)	315	<i>M. bruuni</i> Hansen, 1956	313

Unterordnung Molpadida

Familie Gephyrothuriidae	313	Familie Molpadiidae	313
Gattung <i>Gephyrothuria</i>	313	Gattung <i>Molpadia</i>	313
		<i>M. musculus</i> (Risso, 1826)	313
Familie Caudinidae	313	Familie Eupyrgidae	313
Gattung <i>Caudina</i>	313	Gattung <i>Eupyrgus</i>	313
Gattung <i>Paracaudina</i>	313		
<i>P. chilensis</i> (J. Müller)	318		

Klasse Seeigel (Echinoidea)

Unterklasse Perischoechinoidea

Ordnung Lanzenseegel (Cidaroida)

Familie Lanzenseegel (Cidaridae)	330	Gattung <i>Stylocidaris</i>	330
Gattung <i>Cidaris</i>	330	<i>St. affinis</i> (Philippi, 1845)	330
Lanzenseegel, <i>C. cidaris</i> (Linnaeus, 1758)	330		

Unterklasse Euechinoidea

Überordnung Diadematacea

Ordnung Lepidocentroida

Familie Lederseegel (Echinothuridae)	330	<i>A. varium</i> Grube, 1868	336* 330
Gattung <i>Asthenosoma</i>	330		

Ordnung Diadematoida

Familie Aspidodiadematidae	330	Gattung <i>Centrostephanus</i>	331
		<i>C. longispinus</i> (Philippi, 1845)	331
Familie Diademeegel (Diadematidae)	331	Gattung <i>Echinothrix</i>	331
Gattung <i>Diadema</i>	331		
<i>D. setosum</i> (Leske, 1778)	336* 331	Familie Micropygidae	331
<i>D. antillarum</i> Philippi, 1845	350		

Ordnung Pedinoida

Familie Pedinidae

Überordnung Echinacea

Ordnung Salenoida

Familie Saleniidae 331

Ordnung Phymosomatoida

Familie Phymosomatidae 331 Familie Stomopneustidae 331

Ordnung Arbacioida

Familie Arbaciidae 331 Gattung *Coelopleurus* 331
 Gattung *Arbacia* 331 *C. floridanus* A. Agassiz, 1871 331
 Schwarzer Seeigel, *A. lixula* (Linnaeus, 1758) 331

Ordnung Temnopleuroida

Familie Temnopleuridae 331 Weißer Westindischer Seeigel, *L. variegatus* [Lamarck, 1816] 331
 Familie Toxopneustidae 331 Gattung *Toxopneustes* 331
 Gattung *Sphaerechinus* 331 *T. pileolus* (Lamarck, 1816) 331
 Violetter Seeigel, *S. granularis* (Lamarck, 1816) 331 Gattung *Triopneustes* 331
 Gattung *Lytechinus* 331 *Tr. gratilla* (Linnaeus, 1758) 331

Ordnung Echinoida

Familie Echinidae	332	[Linnaeus, 1758]	336* 332
Gattung <i>Echinus</i>	332	Gattung <i>Colobocentrotus</i>	336* 332
Eßbarer Seeigel, <i>E. esculentus</i> Linnaeus, 1758	332	Gattung <i>Echinostrephus</i>	336* 332
Gattung <i>Psammechinus</i>	332		
Strandseeigel, <i>Ps. miliaris</i> (P. L. S. Müller, 1771)	332	Familie Parasalenidae	332
Kletterseeigel, <i>Ps. microtuberculatus</i>		Gattung <i>Parasalenia</i>	332
(Blainville, 1825)	332		
Gattung <i>Paracentrotus</i>	332	Familie Strongylocentridae	332
Steinseeigel, <i>P. lividus</i> (Lamarck, 1816)	332	Gattung <i>Strongylocentrotus</i>	332
		<i>St. droebachiensis</i> (O. F. Müller, 1776)	332
Familie Echinometridae	332	Purpurseeigel, <i>St. purpuratus</i>	
Gattung <i>Echinometra</i>	332	(Stimpson, 1857)	335* 332
<i>E. mathaei</i> (Blainville, 1825)	332	Gattung <i>Stylocidaris</i>	332
Gattung <i>Heterocentrotus</i>	336* 332	<i>St. affinis</i> (Philippi, 1845)	332
Griffelseeigel, <i>H. mammillatus</i>			

Überordnung Gnathostomata

Ordnung Holoctypoida

Familie Echinoneidae

332

Ordnung Sanddollars (Clypeasteroida)

Familie Clypeasteridae	337	Familie Dendrasteridae	337
Gattung <i>Clypeaster</i>	337		
Familie Arachnoididae	337	Familie Echinarachniidae	337
		Gattung <i>Echinarachnius</i>	337
Familie Fibulariidae	337	<i>E. parma</i> (Lamarck, 1816)	348* 337
Gattung <i>Echinocyamus</i>	337	Familie Schlüsselloch-Sanddollars (Mellitidae)	337
Zwergseeigel, <i>E. pusillus</i> (O. F. Müller, 1776)	337	Gattung <i>Mellita</i>	337
Familie Laganidae	337	<i>M. sexiesperforata</i> (Leske, 1778)	348* 337
		Familie Rotulidae	337
Familie Astriclypeidae	337	Gattung <i>Rotula</i>	337
Gattung <i>Echinodiscus</i>	337	<i>R. orbiculus</i> [Linnaeus, 1758]	348* 337
<i>E. auritus</i> Leske, 1778	337		

Überordnung Atelostomata

Ordnung Cassiduloida

Familie Neolampadidae	337	Familie Cassidulidae	337
Familie Apatopygidae	337	Familie Echinolampadidae	337
Familie Pliolampadidae	337		

Ordnung Holasteroida

Familie Holasteridae	337	Familie Pourtalesiidae	337
Familie Urechinidae	337	Gattung <i>Pourtalesia</i>	337
Familie Calymnidae	337	<i>P. jeffreysi</i> Wyv. Thomson, 1873	348* 337

Ordnung Herzseeigel (Spatangoida)

Familie Palaeopneustidae	337	Familie Pericosmidae	338
Familie Palaeostomatidae	338	Familie Loveniidae	338
Familie Asterostomatidae	338	Gattung <i>Echinocardium</i>	338
Familie Aeropsidae	338	Herzigel, <i>E. cordatum</i> (Pennant, 1777)	348* 338
Familie Toxasteridae	338	Familie Schizasteridae	338
Familie Hemiasteridae	338	Gattung <i>Schizaster</i>	338
Familie Spatangidae	338	<i>Sch. canaliferus</i> (Lamarck, 1816)	338
Gattung <i>Spatangus</i>	338	Familie Brissidae	338
Violetter Herzigel, <i>Sp. purpureus</i> O. F. Müller, 1776	338	Gattung <i>Brissus</i>	338
Familie Maretiidae	338	<i>Br. unicolor</i> (Leske, 1778)	338
		Gattung <i>Brissopsis</i>	—
		Leierherzigel, <i>Br. lyrifera</i> (Forbes, 1841)	338

Klasse Seesterne (Asteroidea)

Unterklasse Somasteroidea

Familie Platasteridae	364	<i>Pl. latiradiata</i> Gray, 1871	364
Gattung <i>Platasterias</i>	364		

Unterklasse Euasteroidea

Ordnung Platyasterida

Familie Luididae	364	1837)	364
Gattung <i>Luidia</i>	364	<i>L. sarsi</i> Düben & Koren, 1846	364
Siebenarmiger Seestern, <i>L. ciliaris</i> (Philippi,		<i>L. senegalensis</i> (Lamarck, 1816)	—

Ordnung Randplatten-Seesterne (Phanerozonida)

Unterordnung Cribellosa

Familie Porcellanasteridae	364	Gattung <i>Eremicaster</i>	388
Gattung <i>Porcellanaster</i>	—	<i>E. pacificus</i> (Ludwig, 1905)	388
<i>P. coeruleus</i> Wyv. Thomson, 1877	385* 364		

Unterordnung Paxillosa

Familie Gonioplectinidae	—	Roter Kammstern, <i>A. aranciatus</i> (Linnaeus, 1758)	358* 386* 365
Gattung <i>Ctenodiscus</i>	—	Nordischer Kammstern, <i>A. irregularis</i> (Pennant, 1777)	365
<i>Ct. crispatus</i> (Retzius, 1805)	—	<i>A. spinulosus</i> (Philippi, 1837)	384
Familie Astropectinidae	365	Gattung <i>Leptychaster</i>	365
Gattung <i>Astropecten</i>	—		

Unterordnung Notomyata

Familie Benthoplectinidae

Unterordnung Valvata

Familie Archasteridae

Gattung *Archaster**A. typicus* Müller & Troschel, 1840

Familie Chaetasteridae

Familie Odontasteridae

Gattung *Odontaster**O. validus* Koehler, 1906

Familie Goniasteridae

Gattung *Sphaeriodiscus**Sph. placenta* (Müller & Troschel, 1842)Gattung *Ceramaster**C. patagonicus* [Sladen, 1889]

Familie Kissensterne (Oreasteridae)

Gattung *Calcita*Gattung *Protoreaster**Pr. lincki* (Blainville, 1834)

365

365

—

—

—

—

—

373

373

365

365

365

387

387

365

365

365

365

Gattung *Choriaster*Gattung *Asterodiscus*Gattung *Pentaceraster**P. mammillatus* (Audouin, 1827)

—

—

377

377

Familie Linckiidae

Gattung *Linckia**L. guildingi* Gray, 1840*L. multifora* (Lamarck, 1816)Gattung *Ophidiaster**O. ophidianus* (Lamarck, 1816)Gattung *Hacelia**H. attenuata* (Gray, 1840)

386*

365

373

—

365

365

365

365

Familie Asteropidae

Gattung *Asterope**A. carinifera* (Lamarck, 1816)

Familie Poraniidae

Gattung *Porania*

—

—

—

—

—

373

Ordnung Spinulosida

Familie Ganeriidae

Familie Asterinidae

Gattung *Asterina**Fünfeckstern, A. gibbosa* (Pennant, 1777)*A. exigua* (Lamarck, 1816)Gattung *Anseropoda**Gänsefußstern, A. placenta* (Pennant, 1777)Gattung *Patiria**Netzstern, P. miniata* (Brandt, 1835)

Familie Echinasteridae

Gattung *Echinaster**E. luzonicus* (Gray, 1840)*Purpurstern, E. sepositus* (Retzius, 1783)Gattung *Henricia**Blutstern, H. sanguinolenta* (O. F. Müller, 1776)

Familie Mithrodiidae

Familie Acanthasteridae

Gattung *Acanthaster*

—

A. planici (Linnaeus, 1758)

366

Familie Valvasteridae

Familie Cryasteridae

Familie Sonnensterne (Solasteridae)

Gattung *Crossaster**Stachelsonnenstern, Cr. papposus*

(Linnaeus, 1767)

Gattung *Solaster**S. endeca* (Linnaeus, 1771)*S. dawsoni* Verrill, 1880

366

366

366

366

366

366

374

Familie Korethrasteridae

Familie Myxasteridae

Familie Pterasteridae

Gattung *Pteraster**P. pulvillus* M. Sars, 1861Gattung *Hymenaster**H. pellucidus* Wyv. Thompson, 1873

—

—

—

388

388

Ordnung Euclasterida

Familie Brisingidae

Gattung *Odinella**O. nutrix* Fisher, 1940Gattung *Freyella*

366

366

366

366

Fr. remex Sladen, 1889Gattung *Brisinga**Br. coronata* (O. Sars, 1871)

—

381

381

Ordnung Zangensterne (Forcipulatida)

Familie Heliasteridae	—	<i>A. vulgaris</i> Verrill, 1866	376
Familie Zoroasteridae	—	Gattung <i>Leptasterias</i>	366
		<i>L. muelleri</i> (Sars, 1844)	378
Familie Asteriidae	366	<i>L. groenlandica</i> (Lütken, 1857)	381
Gattung <i>Coscinasterias</i>	366	Gattung <i>Pisaster</i>	366
Dornenstern oder Blauer Seestern,		<i>Ockerstern, P. ochraceus</i> (Brandt, 1835)	366
<i>C. tenuispina</i> (Lamarck, 1816)	366	<i>P. brevispinus</i> (Stimpson, 1857)	376
Gattung <i>Marthasterias</i>	366	Gattung <i>Evasterias</i>	374
Eisseestern, <i>M. glacialis</i> (Linnaeus, 1758)	366	<i>E. troscheli</i> (Stimpson, 1862)	374
Gattung <i>Asterias</i>	366	Gattung <i>Stephanasterias</i>	384
Gemeiner Seestern, <i>A. rubens</i> (Linnaeus,		<i>St. albula</i> (Stimpson, 1853)	384
1758)	366	Gattung <i>Sclerasterias</i>	384

Klasse Schlangensterne (Ophiuroidea)

Ordnung Oegophiurida

Familie Ophiocanopidae	393	<i>O. fugiens</i> Koehler, 1922	393
Gattung <i>Ophiocanops</i>	393		

Ordnung Medusensterne (Phrynophiurida)

Familie Ophiomyxidae	—	Gorgonenhaupt, <i>G. caput-medusae</i>	
Gattung <i>Ophiomyxa</i>	395	(Linnaeus, 1758)	389* 394
<i>O. pentagona</i> (Lamarck, 1816)	—	<i>G. stimpsoni</i> (Verrill, 1869)	391
Familie Asteronychidae	—	Gattung <i>Astrotoma</i>	398
Gattung <i>Asteronyx</i>	398	<i>A. agassizi</i> Lyman, 1875	398
<i>A. loveni</i> Müller & Troschel, 1842	398	Gattung <i>Astroboa</i>	398
		<i>A. nuda</i> (Lyman, 1874)	—
Familie Astroschematidae	—	Gattung <i>Astrochlamys</i>	399
Familie Trichasteridae	—	<i>A. bruneus</i> Koehler, 1912	399
		Gattung <i>Astrothorax</i>	399
Familie Medusenhäupter (Gorgonocephalidae)	393	<i>A. waitei</i> (Benham, 1909)	399
Gattung <i>Gorgonocephalus</i>	394		

Ordnung Ophiurida

Familie Ophiacanthidae	—	Gattung <i>Amphilycus</i>	399
Gattung <i>Ophiomitrella</i>	401	<i>A. androphorus</i> Mortensen, 1933	399
<i>O. falklandica</i> Mortensen, 1936	401	Gattung <i>Amphiura</i>	394
Gattung <i>Ophiacantha</i>	—	<i>A. chiajei</i> Forbes, 1843	394
<i>O. bidentata</i> (Retzius, 1805)	—	<i>A. filiformis</i> (O. F. Müller, 1776)	394
<i>O. eurythra</i>	395	Gattung <i>Amphipholis</i>	394
		<i>A. squamata</i> (DelleChiaje, 1828)	394
Familie Hemieuryalidae	—		
Familie Amphilepididae	—	Familie Ophiactidae	394
		Gattung <i>Ophiodaphne</i>	399
Familie Amphiuridae	394	<i>O. materna</i> Koehler, 1930	399
Gattung <i>Ophiophragmus</i>	393	Gattung <i>Ophiactis</i>	394
<i>O. filigranus</i> (Lyman, 1875)	393	<i>O. virens</i> (M. Sars, 1857)	394
Gattung <i>Nannophiura</i>	395	<i>O. arenosa</i> Lütken, 1856	395
Gattung <i>Amphiodia</i>	395	<i>O. savignyi</i> (Müller & Troschel, 1842)	407
<i>A. psara</i>	—	Gattung <i>Ophiopholis</i>	394

Gänseblümchen-Schlangenster, <i>O. aculeata</i> (Retzius, 1783)	394
Familie Ophiotrichidae	394
Gattung <i>Ophiosphaera</i>	399
<i>O. insignis</i> Brock, 1888	399
Gattung <i>Ophiothrix</i>	394
Zerbrechlicher Schlangenster, <i>O. fragilis</i> (Abildgaard, 1789)	390* 394
<i>O. quinque maculata</i> (Delle Chiaje, 1828)	394
Familie Ophiolepididae	394
Gattung <i>Ophiomusium</i>	408
<i>O. lymani</i> Wyv. Thomson, 1873	408
Gattung <i>Ophiocten</i>	—
<i>O. sericeum</i> (Forbes, 1852)	—
Gattung <i>Ophionotus</i>	—
<i>O. hexactis</i> (E. A. Smith, 1876)	—
Gattung <i>Ophiura</i>	394
Schuppiger Schlangenster, <i>O. texturata</i> Lamarck, 1816	390* 394
Heller Schlangenster, <i>O. albida</i> Forbes, 1839	403* 394

Familie Ophioleucidae**Familie Ophiidermatidae**

Gattung <i>Ophiarachna</i>	394
<i>O. incrassata</i> (Lamarck, 1816)	391
Gattung <i>Ophioderma</i>	394
Brauner Schlangenster, <i>O. longicauda</i> (Retzius, 1805)	389* 394

Familie Ophiichitonidae

Gattung <i>Ophionereis</i>	395
<i>O. reticulata</i> (Say, 1825)	395

Familie Ophiocomidae

Gattung <i>Ophiocomina</i>	394
Schwarzer Schlangenster, <i>O. nigra</i> (Abildgaard, 1789)	395
Gattung <i>Ophiocoma</i>	395
<i>O. scolopendrina</i> (Lamarck, 1816)	395
Gattung <i>Ophiopsila</i>	399
<i>O. annulosa</i> (M. Sars, 1857)	399
<i>O. aranea</i> Forbes, 1888	402

Stamm Tiere mit fünfteiliger Leibeshöhle (Pentacoela)

Unterstamm Kragentiere (Branchiotremata)

Klasse Eichelwürmer (Enteropneusta)

Familie Harrimaniidae	417
Gattung <i>Protoglossus</i>	417
<i>Pr. koehleri</i> (Caullery & Mesnil, 1900)	417
Gattung <i>Saccoglossus</i>	417
<i>S. pygmaeus</i> Hinrichs & Jacobi, 1938	417
<i>S. horsti</i> Brambell & Cole, 1939	417
<i>S. pusillus</i> (Ritter, 1902)	417
<i>S. kowalevskyi</i> (Agassiz, 1873)	—
<i>S. mereschkowskyi</i> (Nic. Wagner, 1885)	—
Gattung <i>Harrimania</i>	417
<i>H. kupfferi</i> (Willemoes-Suhm, 1871)	417
Familie Spengeliidae	418

Gattung <i>Spengelia</i>	418
<i>Sp. alba</i> Willey, 1899	—
Gattung <i>Glandiceps</i>	417
<i>Gl. abyssicola</i> Spengel, 1893	417
Familie Ptychoderidae	418
Gattung <i>Ptychodera</i>	418
<i>Pt. flava</i> Eschscholtz, 1825	418
Gattung <i>Balanoglossus</i>	417
<i>B. clavigerus</i> Delle Chiaje, 1829	418
<i>B. gigas</i> (Fr. Müller, 1893)	418
Gattung <i>Glossobalanus</i>	417
<i>G. minutus</i> (Kowalevsky, 1866)	418

Klasse Flügelkiemer (Pterobranchia)

Familie Cephalodiscidae	418
Gattung <i>Cephalodiscus</i>	419
<i>C. (Orthoecus) densus</i> Andersson, 1907	421
<i>C. (Orthoecus) indicus</i> Schepotieff, 1909	421
<i>C. (Idiothecia) gilchristi</i> Ridewood, 1906	421
<i>C. (Demiothecia) dodecalophus</i> McIntosh, 1882	421
<i>C. (Demiothecia) hodgsoni</i> Ridewood, 1907	421
<i>C. (Acoelothecia) kempi</i> John, 1931	421
<i>C. gracilis</i>	421

Familie Atubariidae

Gattung <i>Atubaria</i>	421
<i>A. heterolopha</i> Sato, 1936	421

Familie Rhabdopleuridae

Gattung <i>Rhabdopleura</i>	419
<i>Rh. striata</i>	419
<i>Rh. normani</i> Allman, 1869	422

Incertae sedis (unsichere Stellung)

Gattung <i>Planctosphaera</i>	411	Gattung <i>Xenoturbella</i>	411
<i>Pl. pelagica</i>	411	<i>X. bocki</i>	411

Unterstamm Armträger (Brachiata)**Klasse Bartwürmer (Pogonophora)****Unterklasse Frenulata****Ordnung Athecanephria**

Familie Oligobrachiidae	423	Gattung <i>Siboglinum</i>	423
Gattung <i>Oligobrachia</i>	423	<i>S. ekmani</i> Jägersten, 1956	423
<i>O. webbi</i> Brattegaard, 1966	423	<i>S. caulleryi</i> Ivanov, 1957	423
		<i>S. fiordicum</i> Webb, 1963	425
Familie Siboglinidae	423		

Ordnung Thecanephria

Familie Polybrachiidae	423	Gattung <i>Lamellisabella</i>	423
Gattung <i>Zenkevitschiana</i>	423	<i>L. zachsi</i> Uschakov, 1933	—
<i>Z. longissima</i> Ivanov, 1957	423		
Gattung <i>Galathealinum</i>	423	Familie Spirobrachiidae	423
<i>G. arcticum</i> E. Southward, 1962	—	Gattung <i>Spirobrachia</i>	—
		<i>Sp. grandis</i> Ivanov, 1952	—
Familie Lamellisabellidae	423		

(Ordnung † Hyolithellida Syssoiev, 1957)**Unterklasse Afrenulata****Ordnung Vestimentifera**

Familie Lamellibrachiidae	423	<i>L. barhami</i> Webb, 1969	423
Gattung <i>Lamellibrachia</i>	423		

Stamm Chordatiere (Chordata)**Unterstamm Manteltiere (Tunicata)****Klasse Seescheiden (Ascidia)****Ordnung Enterogona**

Familie Clavelinidae	—	<i>D. violacea</i> Savigny, 1816	—
Gattung <i>Clavelina</i>	441* 450		
<i>Cl. lepadiformis</i> (Müller, 1776)	—	Familie Ascidiidae	—
		Gattung <i>Ascidia</i>	440 445
Familie Cionidae	—	Gattung <i>Asciadiella</i>	—
Gattung <i>Cione</i>	435	Gattung <i>Phallusia</i>	—
<i>C. intestinalis</i> (Linnaeus, 1767)	444	<i>Ph. mammillata</i> Cuvier, 1815	439* —
Familie Diazonidae	—	Familie Perophoridae	—
Gattung <i>Diazona</i>	444	Gattung <i>Perophora</i>	444

Ordnung Pleurogona

Familie Botryllidae	—	Gattung <i>Halocynthia</i>	—
Gattung <i>Botryllus</i>	—	<i>H. papillosa</i> (Linnaeus, 1767)	403* 441
Sternaskidie, <i>B. schlosseri</i> (Pallas, 1766)	454* 445	Gattung <i>Microcosmus</i>	—
		<i>M. sulcatus</i> Coquebert, 1797	456* —
Familie Styelidae	—		
Gattung <i>Styela</i>	—	Familie Melgulidae	—
<i>St. coriacea</i>	—	Gattung <i>Melgula</i>	—
Gattung <i>Dendrodoa</i>	—	<i>M. citrina</i>	—
<i>D. grossularia</i>	—	Gattung <i>Eugyra</i>	—
		<i>E. arenosa</i>	—
Familie Pyuridae	—		

Klasse Salpen (Thaliacea)

Ordnung Feuerwalzen (Pyrosomatida)

Familie Pyrosomidae	—	<i>P. atlanticum</i> Peron, 1804	446
Gattung <i>Pyrosoma</i>	446		

Ordnung Eigentliche Salpen (Salpida)

Familie Salpidae	—	<i>S. maxima</i> Forskål, 1789	437* 448
Gattung <i>Salpa</i>	448		

Ordnung Tonnensalpen (Doliolida)

Familie Doliolidae	—	<i>D. muelleri</i> Krohn, 1852	451
Gattung <i>Doliolum</i>	451	<i>D. denticulatum</i> Quoy & Gaimard, 1835	437* 451

Klasse Geschwänzte Schwimm-Manteltiere (Apendicularia)

Familie Eukopleuridae	—	<i>O. albicans</i> (Leuckart, 1853)	437* 453
Gattung <i>Oikopleura</i>	453		

Unterstamm Schädellose (Acrania)

Ordnung Lanzettfischchen (Amphioxiformes)

Familie Lanzettfischchen (Branchiostomidae)	—	(Pallas, 1774)	428* 457
Gattung <i>Branchiostoma</i>	453	Gattung <i>Asymmetron</i>	457
Lanzettfischchen, <i>Br. lanceolatum</i>			

Tierwörterbuch

I. DEUTSCH — ENGLISH — FRANZÖSISCH — RUSSISCH

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Achtarmige Tintenschnecken			
Achtarmkalmar		Octopodes	Осьминогие
Aciculidae			Осьминогий кальмар
<i>Acmaea testudinalis</i>	Limpet		Острижковые
Acrania			
<i>Acroloxus lacustris</i>			Весчереппные
<i>Actinopyga echinites</i>	Red fish		Озерная чашечка
— <i>mauritiana</i>	--		
<i>Aeolidia papillosa</i>			
Aeolidioidea			
<i>Alloteuthis</i>			
— <i>media</i>	Squid	Petit encornet	Широкоосочная золка
— <i>subulata</i>			Золковые
<i>Amnicola steini</i>			Карликовые кальмары
Amphineura			Средиземноморский карликовый кальмар
<i>Amphioxus</i>			Атлантический карликовый кальмар
Ampullariidae		Amphineures	Амникола Штейна
Ancylidae			Боконервные моллюски
<i>Ancylus fluviatilis</i>			Ланцетник
<i>Anisus vortex</i>			Ампулларии
<i>Anodonta cygnaea</i>			Чашечки
<i>Anomia ephippium</i>	Saddle oyster	Anodonte	Речная чашечка
<i>Antedon mediterranea</i>		Rose	Завернутая катушка
			Обыкновенная беззубка
			Веловатая луковичка
			Средиземноморская волосатка
<i>Aplexa hypnorum</i>			Аплекса
<i>Aplysia dactylomela</i>	Sea hare	Lièvre marin	Пятнистый морской заяц
— <i>depilans</i>			Морской заяц
Apoda			Безногие голотурии
<i>Arca noae</i>	Noah's ark shell	Holothuries apods	Ноев ковчег
Arche Noah	---		Ноев ковчег
Architeuthidae			Гигантские кальмары
Architeuthoidea			Открытоглазые кальмары
<i>Argonauta argo</i>	Paper nautilus		Обыкновенный аргонавт
Argonautoidea			Аргонавты
<i>Arion hortensis</i>			Садовый слизень
— <i>rufus</i>			Большой красный слизень
Armfüßer			Плеченогие
Ascidia		Ascidies	Асцидии
<i>Asterias rubens</i>	Common European starfish	Etoile de mer	Красная морская звезда
Asteroidea	Sea-stars	Stellérides	Морские звезды
<i>Astropecten aranciatus</i>			Оранжевая морская звезда
Atlantacea und Heteropoda			Килевогие моллюски
Atlantische Sepiolo			Атлантическая сепиола
Atlantischer Zwergkalmar			Атлантический карликовый кальмар
Austern	Oysters	Huîtres	Устрицы
Baltische Plattmuschel			Балтийская макома
<i>Bankia minima</i>			Малый морской древоточец
Basommatophora		Basommatophores	Сидячеглазые
Bäumchenschnecke			Ветвистая древовидка
Beilschnecke			Филирия
Belemniten		Bélemnites	Белемниты
Belemnoida		—	Белемниты
Bernsteinschnecken			Янтарки
Binden-Schwimmschnecke			Трехполосая лунка
Birnenschnecken			Грушковые
Bischofsmütze			Епископская митра
<i>Bithynia leachi</i>			Битиния лича
— <i>tentaculata</i>			Щупальцевая битиния
Bivalvia	Bivalves	Bivalves	Двустворчатые моллюски
Blasenschnecken			Ампулларии, Физы
Blasige Federkiemenschnecke			Гладкая затворка
Blättermoostierchen			Флюстры, Листовидная флюстра
Blutstern	Blood-red starfish		
Borstenkiefer			Щетинкочелюстные

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
<i>Borysthenia naticina</i>			Гладкая затворка
<i>Botryllus schlosseri</i>	Golden-star tunicate		Ботрилл Шлоссера
Brachiopoda			Плеченогие
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>			Ланцетник
Brandhorn		Rocher épineux	Обыкновенная багрянка
Brauner Schlangenstein	Serpent star		
Breitwarzige Fadenschnecke			Широкососочная золка
Bryozoa	Bryozoans	Bryozoaires	Мшанки
Buccinidae		Buccins	Букциниды
<i>Buccinum undatum</i>	Common whelk	Buccin	Трубач
<i>Bulla striata</i>			Обыкновенный пузырек
<i>Bythinella austriaca</i>			Австрийская битинелла
<i>Calyptraea chinensis</i>			Китайская калиптрея
Capulidae			Колпачковые
<i>Capulus hungaricus</i>			Венгерский колпачок
<i>Cardium aculeatum</i>	Spiked cockle	Coque épincuse	
— edule	Common cockle	Coque	
<i>Carychium minimum</i>			Съедобная сердцевидка
Cephalopoda	Cephalopods	Céphalopodes	Карликовая улитка
Cerithiidae			Головоногие моллюски
Chaetognatha			Игольники
Chinesenhut			Щетинкочелюстные
<i>Chiton olivaceus</i>			Китайская калиптрея
— tuberculatus	West Indian chiton		Средиземноморский хитон
Chordata			Вестиндский хитон
Chordatiere			Хордовые
Clausiliidae			Хордовые
<i>Clavagella</i>			Щеминки
<i>Clione limacina</i>			Булава
Clypeasteroidea	Sanddollars		Клион
Comatulida	Feather stars		Щитовидные морские ежи
Conidae			
<i>Conus marmoreus</i>			Конусовые
<i>Corbula</i>			Мраморный конус
— mediterranea			Корбулы
<i>Crepidula fornicata</i>	Slipper shell		Средиземноморская корбула
Crinoidea	Crinoids	Crinoïdes	
<i>Crossaster papposus</i>	Common sun-star		Морские лилии
<i>Cryptochiton stelleri</i>			
Cucumariidae	Sea-cucumbers	Holothuries	Тихоокеанский хитон
<i>Cypraea tigris</i>			
Dattelmuschel	Common piddock	Pholade	Пятнистая ужовка
		Décapodes	Обыкновенный камнеточец
Decabrachia			Десятиногие
<i>Dendronotus airoidescens</i>			Ветвистая древовидка
Dentaliidae			Зубовики
<i>Dentalium</i>	Tooth shell		Зубовики
— vulgare			Обыкновенный зубовик
Deuterostomia			Вторичноротые
<i>Diadema antillarum</i>	Long-spinned sea-urchin		
Diademseeigel	—		
Dibranchiata		Dibranchiaux	
Dicke Flußmuschel			Двужаберные моллюски
Doliolida			Толстая перловица
<i>Donax trunculus</i>	Wedge shell	Olive	Бочночники
Dreiecksmuschel			
<i>Dreissena polymorpha</i>			Речная дрейссена
Dreissenidae			Речная дрейссена
Ecardines			Дрейссены
<i>Echinocardium cordatum</i>	Heart-urchin		Веззамковые плеченогие
<i>Echinocyamus pusillus</i>	Pea-urchin		Сердцевидный еж
Echinodermata	Echinoderms	Echinodermes	Щитовидный еж
Echinoidea	Echinoids	Echinides	Иглокожие
Echinothuriidae			Морские ежи
<i>Echinus exculentus</i>	Common sea-urchin		Кожистые морские ежи
Echte Sumpfschnecke			Съедобный морской еж
Eigentliche Salpen			Речная живородка
— Tintenschnecken			Сальпы
Elefantenzahn	Tooth shell		Каракатицы
Elefantenzähne			Зубовики
<i>Elysia viridis</i>			Зубовики
<i>Emarginula huzardi</i>			Зеленая элизия
			Средиземноморская вырезка
<i>Ensis ensis</i>	Sabre razor	Couteau courbe	
Erbsenmuscheln			Горошинки
Edbare Auster	Oyster	Huître	Европейская устрица
— Herzmuschel	Common cockle	Coque	Съедобная сердцевидка

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Essbarer Seeigel	Common sea-urchin		Съедовный морской еж
Europäische Auster	Oyster	Huitre	Европейская устрица
— Gastrochaena			Европейская гастрохена
Fadenschnecken i. e. S.			Эолковые
Faßschnecke	Cask shell		
Fechterschnecke	Giant conch		Крылатка великан
Federkiemenschnecken			Затворки
Federsterne	Feather stars		
Felsen-Strandschnecke	Rough periwinkle		
Feuerwalzen			
<i>Fissurella</i>			Пирозомы
Fissurellidae			Дырчатки
Flache Tellerschnecke			Дырчатковые
Flügelschnecken		Ptépodes	Килеватая катушка
			Крылоногие моллюски,
			Крылатковые
Flußkugelmuschel			Речная шаровка
Flußmuscheln			Перловицы и Беззубки
Flußnapfschnecken			Чашечки
Flußperlmuschel			Обыкновенная жемчуж-
			ница
Flußschwimmschnecke			Речная лунка
<i>Flustra</i>			Флюстры
— <i>foliacea</i>			Листовидная флюстра
Furchenfüßer		Solénogastres	Желобобрюхие моллюски
Fußlose			Везногие голотурии
<i>Galba palustris</i>			Волотный прудовик
— <i>trunculata</i>			Усеченный прудовик
Gänseblümchen-Schlangenster	Daisy brittle star		
Gartenwegschnecke			Садовый слизень
<i>Gastrochaena dubia</i>			Европейская гастрохена
Gastropoda	Gastropods	Gastépodes	Брюхоногие моллюски
Gefleckter Seehase	Sea hare	Lièvre marin	Пятнистый морской заяц
Gekielte Tellerschnecke			Завернутая катушка
Gemeine Auster	Oyster	Huitre	Европейская устрица
— Bernsteinische			Обыкновенная янтарка
— Blasenschnecke			Обыкновенный пузырек
— Bohrmuschel	Common piddock	Pholade	Обыкновенный камне-
			точец
— Erbsenmuschel			Волотная горошинка
— Flußmuschel			Овальная перховица
— Flußnapfschnecke			Речная чашечка
— Landdeckelschnecke			Обыкновенная башне-
			видка
— Miesmuschel	Common mussel	Moule	Съедобная мидия
— Napfschnecke	— limpet	Patelle	
— Schiffsbohrmuschel	Ship worm		Корабельный червь
— Strandschnecke	Common periwinkle	Bigorneau noir	Обыкновенный берего-
			вичок
— Sumpdeckelschnecke			Волотная живородка
— Turmschnecke			Обыкновенная башенка
— Wandermuschel			Речная дрейссена
Gemeiner Elefantenzahn			Обыкновенный зубовик
— Felsenbohrer	Red-nose clam		
— Hakenkalmar			Обыкновенный крючкова-
			тый кальмар
— Kalmar	Calmary	Encornet	Обыкновенный кальмар
— Krake	Octopus	Picuvre	Обыкновенный осьминог
— Seestern	Common European starfish	Etoile de mer	Красная морская звезда
— Tintenfisch	— <i>sepia</i>	Sèche	Обыкновенная каракатица
Gemeines Perlboot	Pearly Nautilus	Nautilé	Обыкновенный кораблик
— Seeohr	Tuberculated sea bear	Ormeau	Обыкновенное ушко
Gesprenkelte Weinbergsschnecke			Крапчатая улитка
Gewöhnliche Herzmuschel	Common cockle	Coque	Съедобная сердцевидка
— Napfschnecke	— limpet	Patelle de la Méditerranée	
— Strandschnecke	European rock periwinkle		
Gewöhnliches Lanzettfischchen			Ланцетник
Glänzende Tellerschnecke			Вывернутая катушка
Glycimeridae			Сердцевидки
Gorgonocephalidae			Головы медузы
Grabfüßer		Scaphopodes	Лопатоногие моллюски
Graptolithen			Граптолитовые
Graptolithida			Граптолитовые
Große Egelschnecke			Большой придорожный
			слизень
— Erbsenmuschel			Речная горошинка
— Feilenmuschel			Большой напильник
— Kammuschel	Giant scallop		Большой гребешок
— Langfühlerschnecke			Щупальцевая битиния

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Große Mantel-Käferschnecke			Тихоокеанский хитон
— Rossie			Вольшая россия
— Rote Wegschnecke			Вольшой красный слизень
— Scheidenmuschel	Razor shell	Couteau droit	Обыкновенный черенок
— Schlammschnecke			Озерник
— Strandschnecke	Common periwinkle	Bigorneau noir	Обыкновенный береговичок
— Trogmuschel			
Grüne Samtschnecke	Trough shell	Mactre	Зеленая элизия
<i>Gyraulus laevis</i>			Вывернутая катушка
Haarsterne			Улитки
Hainschnecken	Feather stars		Крючковатые кальмары
Hakenkalmare			Морские ушки
Haliotidae			Камчатское морское ухо
<i>Haliotis kamtschatkana</i>			Обыкновенное морское ухо
— tuberculata	Tuberculated sea bear	Ormeau	Молоток
Hammermuschel			Выпуклая гидробия
Hängende Wattschnecke			Болотная шаровка
Haubenmuschel			Улитки
Helicidae			Крапчатая улитка
<i>Helix aspera</i>			Виноградная улитка
— pomatia			
<i>Henricia sanguinolenta</i>	Edible snail	Vignerons	Сердцевидный еж
Herzigel	Blood-red starfish		Сердцевидные морские ежи
Herzseigel	Heart-urchin		Киленогие моллюски
Heteropoda			
<i>Hiatella arctica</i>	Red-nose clam		Заднежаберные моллюски
Hinterkiemer			
<i>Hippopus hippopus</i>	Bear's claw	Opisthobranches	Черная голотурия
<i>Holothuria forskali</i>			Трубчатая голотурия
— tubulosa			Голотурии
Holothuroidea	Cotton-spinner		Роговая шаровка
Hornfarbige Kugelmuschel	Holothuroids	Holothurides	Букциниды
Hornschnecken			Колпачковые
Hutschnecken		Buccins	Выпуклая гидробия
<i>Hydrobia ventrosa</i>			Гидробииды
Hydrobiidae			
Irreguläre (unregelmäßige) Seeigel			
<i>Janthina janthina</i>		Oursins irréguliers	Янтина
Janthinidae	Violet snail		Янтины
Käferschnecken			Бляшконосные
Kahnfüßer		Placophores	Лопатоногие моллюски
Kalmare			Кальмары
Kammerschnecken		Calmars	Четырехжаберные моллюски
Kammuscheln		Tétrabranchiaux	Гребешки
Kamtschatka-Seeohr			Камчатское морское ухо
Kegelschnecken			Конусовые
Kielfüßer			Киленогие моллюски
Klaffmuschel	Soft-shelled clam	Mye	Песчаная ракушка
Kleine Pfahlmuschel			Малый морской древо-точец
— Schlammschnecke			Усеченный прудовик
Königsholothurie			Королевская голотурия
Kopffüßer	Cephalopods	Céphalopodes	Головоногие моллюски
Korbmuscheln			Корбулы
Kraken		Pieuvres	Осьминогие
Krallenkalmare			Обыкновенный крючкова-тый кальмар
Kugelmuscheln			Шаровки и Горошинки
Landdeckelschnecken			Вашневидки
Landlungenschnecken		Stylommatophores	Стебельчатоглазые моллюски
Langarmiger Krake			Длиннощупальцевый осьминог
Lanzettfischchen			Бесчерепные, Ланцетник
Lazarusklappe			Съедобный шарнир
Lederseeigel			Кожистые морские ежи
Leistenschnecken			Багрянки
Leitungsmoos			Волотнянка
<i>Lima hians</i>			Малый напильник
— inflata			Вольшой напильник
<i>Limax cinereoniger</i>			Черный слизень
— maximus			Вольшой придорожный слизень
Lingula			Язычки

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
<i>Lingula unguis</i>			Язычок
<i>Lithophaga mytiloides</i>	Date shell	Datte de mer	Морской финик
<i>Littorina littorea</i>	Common periwinkle	Bigorneau noir	Обыкновенный береговик
— <i>neritoides</i>			Литорины
— <i>obtusata</i>	European rock periwinkle		Дырчатковые
— <i>saxatilis</i>	Smooth periwinkle		Дырчатки
Littorinidae	Rough periwinkle		Североамериканский кальмар
Lochschnucken			Обыкновенный кальмар
— i. e. S.			Закрытоглазые кальмары
<i>Loligo pealei</i>	Common squid	Encornet	Легочные моллюски
— <i>vulgaris</i>	Calmary	—	Озерник
Loligoidea			Прудовики
Lungenschnucken			Балтийская макома
<i>Lymnaea stagnalis</i>		Pulmonés	Тихоокеанская макома
Lymnaeidae			Обыкновенная перловица
<i>Macoma baltica</i>			Молоток
— <i>nasuta</i>			Оболочники
<i>Macra stultorum</i>	Trough shell	Mactre	Обыкновенная жемчужница
Malermuschel			Мраморная кубарчатка
<i>Malleus malleus</i>			Мраморный конус
Manteltiere	Tunicates	Tuniciers	Головы медузы
<i>Margaritana margaritifera</i>			Морские ушки
Marmorierte Kreiselschnecke	Green snail		Обыкновенный черенок
Marmorkegel			Епископская митра
Medusenhäupter			Папская митра
Meerohren			Митровые
<i>Membranipora membranacea</i>	Sea lace		Митровые
Messerscheide	Razor shell	Couteau droit	Средиземноморская вырезка
<i>Microthel nobilis</i>	Mammy fish		Средиземноморская корбула
<i>Mitra episcopalis</i>			Средиземноморская мидия
— <i>papalis</i>			Средиземноморский карликовый кальмар
Mitraschnucken			Средиземноморский хитон
Mitridae			Средиземноморская волосатка
Mittelländische Ausschnittschnecke			Средиземноморская зонтичница
— Korbmuschel			Сепиола Ронделета
— Miesmuschel			Моллюски
Mittelländischer Zwergkalmar	Squid	Moule de la Méditerranée Petit encornet	Моллюскообразные
Mittelmeer-Chiton			Аплекса
Mittelmeer-Haarstern			Мшанки
Mittelmeer-Schirmschnecke			Обыкновенная тридакна
Mittelmeersepiole		Sepiole	Мускусный осьминог
Mollusca	Molluscs	Mollusques	Обыкновенная багрянка
Molluscoidea			Багрянки
Moosblasenschnecke			Моллюскообразные
Moostierchen	Bryozoans	Bryozaires	Двустворчатые моллюски
Mördermuschel	Giant clam		Песчаная ракушка
Moschuskrake			Съедобная мидия
<i>Murex brandaris</i>			Средиземноморская мидия
Muricidae			Открытоглазые кальмары
Muschellinge			Голожаберные моллюски
Muscheln	Bivalves	Bivalves	Острижковые
<i>Mya arenaria</i>	Soft-shelled clam	Mye	Наяды
<i>Mytilus edulis</i>	Common mussel	Moule	Морское блюдечка,
— <i>galloprovincialis</i>		— de la Méditerranée	Чашечки
Nacktaugenkalmare			Кораблики
Nacktkiemer			Обыкновенный кораблик
Nadelschnucken		Nudibranches	Ронковые
Najaden			Малый напильник
Napfschnucken	Limpets	Patelles	Вторичноротые
			Ронковые
Nautilidae			Североамериканский кальмар
<i>Nautilus pompilius</i>	Pearly Nautilus	Nautilus	Голожаберные моллюски
Neritacea		Nautilé	Осьминогие
Nestbauende Feilenmuschel			
Neumünder			
Nixenschnucken			
Nordamerikanischer Kalmar	Common squid	Encornet	
Nudibranchia			
Octobranchia		Nudibranches	
		Octopodes	

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Octopodoidea		Pieuvres	Осьминогие
<i>Octopodoteuthis sicula</i>			Осьминогий кальмар
<i>Octopus macropus</i>			Длиннопальцевый осьминог
— <i>vulgaris</i>	Octopus	Pieuvre	Обыкновенный осьминог
Оhrförmige Schlammschnecke			Ушковый прудовик
Ölkrug			Масляная кубарчатка
<i>Ommatostrephes sagittatus</i>		Seiche	Стреловидный вертиглаз
<i>Onychoteuthidae</i>			Крючковые кальмары
<i>Onychoteuthis banksi</i>			Обыкновенный крючкова- тый кальмар
<i>Ophioderma longicauda</i>	Serpent star		
<i>Ophiopholis aculeata</i>	Daisy brittle star		
<i>Ophiothrix fragilis</i>	Common brittle star		
<i>Ophiura texturata</i>			
Ophiuroidea	Brittle stars	Ophiurides	Чешуйчатая офиура
Opisthobranchia		Opisthobranches	Офиуры
<i>Ostrea edulis</i>	Oyster	Huître	Заднежаберные моллюски
Ostreidae	Oysters	Huîtres	Европейская устрица
<i>Ozaena moschata</i>			Устрицы
<i>Paludicella articulata</i>			Мускусный осьминог
Pantoffelschnecke	Slipper shell		Болотнянка
Papierboot	Paper nautilus		
Papierbootartige Kraken			Обыкновенный аргонавт
Papstkrone			Аргонавты
<i>Paracentrotus lividus</i>	Sea-urchin	Oursin	Папская митра
Patella	Limpets	Patelles	
— <i>coerulea</i>	Common limpet	Patelle de la Méditerranée	Морское блюдечка
— <i>vulgata</i>	—	Patelle	
Patellidae			
Pazifische Plattmuschel			Чашечки
<i>Pecten jacobaeus</i>	Scallop	Coquille de Saint-Jacques	Тихоокеанская макома
— <i>maximus</i>	Giant scallop		
Pectinidae			
Perlboote			
Pfeffermuschel	Hen	Tétrabranchiaux, Nautilus	Большой гребешок
Pfeilkalmar		Lavignon	Гребешки
Pfeilwürmer		Seiche	Четырехжаберные мол- люски, Кораблики
Pferdhufmuschel	Bear's claw		Стреловидный вертиглаз
<i>Philine quadripartita</i>			Щетинкочелюстные, Стреловидные черви
<i>Pholas dactylus</i>	Common piddock	Pholade	
			Морская миндалинка
<i>Phylliroe bucephala</i>			Обыкновенный камне- точец
<i>Physa acuta</i>			Филирия
— <i>fontinalis</i>			Заостренная физа
Physidae			Пузырчатая физа
Pilgermuschel	Scallop	Coquille de Saint-Jacques	Физы
<i>Pinna nobilis</i>			
<i>Pisidium</i>			
— <i>amnicum</i>			Обыкновенная пинна
— <i>casertanum</i>			Горошинки
Placophora		Placophores	Речная горошинка
<i>Planorbis cornuus</i>			Болотная горошинка
Planorbidae			Вляшконосные
<i>Planorbis carinatus</i>			Роговая катушка
Platte Tellmuschel	Thin tellen		Катушки
Plattmuscheln			Килеватая катушка
Pleurotomariidae			Теллина
<i>Pomatias elegans</i>			Теллиниды
			Вырезокрайние
Pomatiasidae			Обыкновенная башне- видка
Posthörnchen			Башневидки
Posthornschncke			Витушки
Prosobranchia		Prosobranches	Роговая катушка
			Переднежаберные моллюски
Protostomia			Первичноротые
<i>Pterocera chitragra</i>			Чертов коготь
Pteropoda		Ptépodes	Крылоногие моллюски
Pulmonata		Pulmonés	Легочные моллюски
Pyrenidae			Грушковые
Pyrosomatida			Пирозомы
Quellenblasenschncke			Пузырчатая физа
Quellenschncke			Австрийская битинелла
<i>Radix auricularia</i>			Ушковый прудовик
— <i>peregra</i>			Вытянутый прудовик
Raubschnecken			Хищные слизни

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Rauchfangmuscheln			Булава
Rauhe Strandschnecke	Rough periwinkle		
— Venusmuschel	Warted Venus shell	Praire	
Regelmäßige (reguläre) Seeigel		Oursins réguliers	Правильные морские ежи
Reguläre (regelmäßige) Seeigel		—	Правильные морские ежи
Reihenzählige Muscheln		Taxodontes	Равнозубые
Riesenkalmare			Гигантские кальмары
Riesenmuscheln			Тридакны
Röhrenholothurie	Cotton-spinner		Трубчатая голотурия
Röhrenschaler			Лопатонogie моллюски
<i>Rossia macrosoma</i>			Большая россия
Rote Bohne			Балтийская макома
Roter Kammstern			Оранжевая морская звезда
Rückgrattiere			Хордовые
Runde Langfühlerschnecke			Битиния лича
Runzeliger Felsenbohrer			Шероховатая бурилка
Sägezahn	Wedge shell	Olive	
Sagittoidea			Стреловидные черви
Salpen		Thaliacés	Сальпы
Salpida			Сальпы
Samtmuscheln			Сердцевидки
Sanddollars			Щитовидные морские ежи
Sarmatische Schwimmschnecke			Дунайская лунка
Sattelmuschel	Saddle oyster	Rose	Веловатая луковичка
<i>Saxicava rugosa</i>			Шероховатая бурилка
Scaphopoda		Scaphopodes	Лопатонogie моллюски
Schädellose			Весчерепные
Schalenschloß-Armfüßer			Замковые плеченогие
Scheibenförmige Federkiemen- schnecke			Плоская затворка
Scheidenmuscheln			Черенковые
Schiffsboot	Pearly Nautilus	Nautilé	Обыкновенный кораблик
Schildigel	Pea-urchin		Щитовидный еж
Schildkrötenschnecke	Limpet		
Schirmschnecken			Зонтичники
Schlammschnecken			Прудовики
Schlangensterne	Brittle stars	Ophiurides	Офиуры
Schließaugenkalmare			Закрытоглазые кальмары
Schließmundschnecken			Щеминки
Schlitzbandschnecken			Вырезкокрайние
Schloßlose Armfüßer			Веззамковые плеченогие
Schnauzenschnecken			Гидробииды
Schnecken	Gastropods	Gastéropodes	Брюхоногие моллюски
Schuppiger Schlangestern			Чешуйчатая офиура
Schwannenschnecke			Обыкновенная беззубка
Schwarze Egelschnecke			Черный слизень
— Seegurke			Черная голотурия
Schwertmuschel	Sabre razor	Couteau courbe	
Schwimmschnecken			Лунки
<i>Scrobicularia plana</i>	Hen	Lavignon	
Seedattel	Date shell	Datte de mer	Морской финик
Seegurken	Sea-cucumbers	Holothuries	
Seehase			Морской заяц
Seeigel	Echinoids	Echinides	Морские ежи
Seelilien	Sea-lilies		
— und Haarsterne	Crinoids	Crinoids	Морские лилии
Seemandel			Морская миндалинка
Seenadelschnecken			Игольники
Seenschnecke			Амникола Штейна
Seerinde	Sea lace		
Seescheiden		Ascidies	Асцидии
Seesterne	Sea-stars	Stellérides	Морские звезды
Seewalzen	Holothuroids	Holothurides	Голотурии
<i>Sepia officinalis</i>	Common sepia	Sèche	Обыкновенная каракатица
Sepie	—	—	Обыкновенная каракатица
Sepioidei			Каракатицы
Sepiola		Sepioles	Сепиолы
— atlantica			Атлантическая сепиола
— rondeleti		Sepiole	Сепиола Ронделета
Sepiolen		Sepioles	Сепиолы
<i>Solen vagina</i>	Razor shell	Couteau droit	Обыкновенный черенок
Solenidae			Черенковые
Solenogastres		Solénogastres	Желобобрюхие моллюски
Spatangoida			Сердцевидные морские ежи
<i>Spatangus purpureus</i>			Пупурный сердцевидный еж
Sphaeriidae			Шаровки и Горошинки

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
<i>Sphaerium corneum</i>			Роговая шаровка
— <i>lacustre</i>			Болотная шаровка
— <i>rivicola</i>			Речная шаровка
Spiralige Tellerschnecke			Завернутая катушка
Spirulidae			Витушки
Spitze Blasen- und Schlammschnecke			Заостренная физиды
<i>Spondylus gaederopus</i>			Озерник
Stachelhäuter	Echinoderms	Echinodermes	Съедобный шарнир
Stachelige Herzmuschel	Spiked cockle	Coque épineuse	Съедобный шарнир
Stachelschnecken			Иглокожие
Stachelsonnenstern	Common sun-star		Вагранки
Steckmuschel			Обыкновенная пинна
Steindatteln	Date shell	Datte de mer	Морской финик
Steinseeigel	Sea-urchin	Oursin	
Sternaskidie	Golden-star tunicate		Вотрилл Шлоссера
<i>Stichopus regalis</i>			Королевская голотурия
Strahlenkorb	Through shell	Mactre	
Strandschnecken			Литорины
Strombacea			Крылатковые
<i>Strombus gigas</i>	Giant conch		Крылатка великан
Stumpfe Strandschnecke	Smooth periwinkle		
— Sumpfschnecke			
Stylomatophora		Stylomatophores	Речная живородка
<i>Succinea putris</i>			Стебельчатоглазые моллюски
Succineidae			Обыкновенная янтарка
Südtaliesische Schwimmschnecke			Янтарки
Sumpfschnecken			Южноитальянская лунка
Sumpfschnecke			Живородки
Tafel- und Federkiemenschnecke	Oyster	Huître	Болотный прудовик
Taxodonta		Taxodontes	Европейская устрица
Teich- und Federkiemenschnecke			Равнозубые
Teichmuschel		Anodonte	Обыкновенная затворка
Teichnapfschnecke			Обыкновенная беззубка
Tellerschnecken			Озерная чашечка
<i>Tellina tenuis</i>	Thin tellen		Катушки
Tellinidae			Теллина
Tellmuscheln	— —		Теллиниды
<i>Teredo navalis</i>	Ship worm		Теллина
Testacellidae			Корабельный червь
Testicardines			Хищные слизни
Tetrabranchiata		Tétrabranchiaux	Замковые плеченюгие
Teufelskrallen			Четырехжаберные моллюски
Thaliacea		Thaliacés	Чертков коготь
<i>Thelenota ananas</i>	Prickly fish		Сальпы
<i>Theodoxus</i>			Лунки
— <i>danubialis</i>			Дунайская лунка
— <i>fluviatilis</i>			Речная лунка
— <i>meridionalis</i>			Южноитальянская лунка
— <i>transversalis</i>			Трехполосая лунка
Theutoidei		Calmars	Кальмары
Tigerschnecke			Пятнистая ужовка
Tintenschnecken		Dibranchiaux	Двужаберные моллюски
<i>Tonna galea</i>	Cask shell		
Tonnensalpen			Воченочки
<i>Tridacna gigas</i>	Giant clam		Обыкновенная тридакна
Tridacnidae			Тридакны
Tunicata	Tunicates	Tuniciers	Оболочники
<i>Turbo marmoratus</i>	Green snail		Мраморная кубарчатка
— <i>olearius</i>			Масляная кубарчатка
Turmschnecken			Башенковые
<i>Turritella communis</i>			Обыкновенная башенка
Turritellidae			Башенковые
Umbraculidae			Зонтичники
<i>Umbraculum mediterraneum</i>			Средиземноморская зонтичница
Ungarkappe			Венгерский колпачок
<i>Unio crassus</i>			Толстая перловица
— <i>pictorum</i>			Обыкновенная перловица
Unionidae			Перловицы и Беззубки
Unionoidea			Наяды
Unregelmäßige (irreguläre)		Oursins irréguliers	
Seeigel			
Urmollusken		Amphineures	Боконервные моллюски
Urmünder			Первичноротые

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
<i>Valvata cristata</i> — <i>piscinalis</i> <i>Valvatidae</i>			Плоская затворка Обыкновенная затворка Затворки Янтина, Янтины
Veilchenschnecke, Veilchenschnecken	Violet snail		Венусы
<i>Veneriidae</i> <i>Venus verrucosa</i> Venusmuscheln	Warted Venus shell	Praire	Венусы Червячковые
Vermetidae			Позвоночные
Vertebrata	Vertebrates	Vertébrés	Четырежаберные моллюски
Vierkiemer		Tétrabranchiaux	Пупурный сердцевидный еж
Violetter Herzigel			Живородки
Viviparidae			Болотная живородка
<i>Viviparus contectus</i> — <i>viviparus</i>			Речная живородка
Vorderkiemer		Prosobranches	Переднежаберные моллюски
Walaas, Walaat			Клион
Wandermuscheln			Дрейссены
Wandernde Schlammuschnecke			Вытянутый прудовик
Wasserlungenschnecken			Сидячеглазые
Weichtiere	Molluscs	Basommatophores	Моллюски
Weinbergschnecke	Edible snail	Mollusques	Виноградная улитка
Wellhornschnecke	Common whelk	Vigneron	Трубач
Westindischer Chiton	West Indian chiton	Buccin	Вестиндский хитон
Wirbeltiere	Vertebrates	Vertébrés	Позвоночные
Wurmschnecken			Червячковые
Zackenmuscheln			Тридакны
Zehnmarmige Tintenschnecken		Décapodes	Десятиногие
Zerbrechlicher Schlangenstein	Common brittle-star		Язычок, Язычки
Zungenmuschel, Zungenmuscheln			Двужаберные моллюски
Zweikiemer		Dibranchiaux	Карликовая улитка
Zwerghornschnecke			Карликовые кальмары
Zwergkalmare			Щитовидный еж
Zwergseegel	Pea-urchin	Sepiole	Сепиола Ронделета
Zwergsepieia		Rose	Веловатая луковичка
Zwiebelmuschel	Saddle oyster		

II. ENGLISCH — DEUTSCH — FRANZÖSISCH — RUSSISCH

Englischer Name	Deutscher Name	Französischer Name	Russischer Name
Argonaut	Papierboot		Обыкновенный аргонавт
Bear's claw	Pferdehufmuschel		
Bivalves	Muscheln	Bivalves	Двустворчатые моллюски
Black fish	Gemeiner Tintenfisch	Sèche	Обыкновенная каракатица
Blood-red starfish	Blutstern		
Blue mussel	Gemeine Miesmuschel	Moule	Съедобная мидия
Boat shell	Pantoffelschnecke		
Brittle stars	Schlangensterne	Ophiurides	Офиуры
Bryozoans	Moostierchen	Bryozaires	Мшанки
Calmary	Gemeiner Kalmar	Encornet	Обыкновенный кальмар
Cask shell	Faßschnecke		
Cephalopods	Kopffüßer	Céphalopodes	Головоногие моллюски
Chambered Nautilus	Gemeines Perlboot		Обыкновенный кораблик
Clam	Pilgermuschel	Coquille de Saint-Jacques	
Cockle	Gewöhnliche Herzmuschel	Coque	Съедобная сердцевидка
— brillon	Klaffmuschel	Mye	Песчаная ракушка
Common brittle-star	Zerbrechlicher Schlangenstein		
— cockle	Gewöhnliche Herzmuschel	Coque	Съедобная сердцевидка
— European starfish	Gemeiner Seestern	Étoile de mer	Красная морская звезда
— gaper shell	Klaffmuschel	Mye	Песчаная ракушка
— limpet	Gemeine, Gewöhnliche Napf-schnecke	Patelle (de la Méditerranée)	
— mussel	— Miesmuschel	Moule	Съедобная мидия
— periwinkle	— Strandschnecke	Bigorneau noir	Обыкновенный берегов-вичок
— piddock	— Bohrmuschel	Pholade	Обыкновенный камне-точек
— sea-urchin	Еßbarer Seeigel		Съедовный морской еж

Englischer Name	Deutscher Name	Französischer Name	Russischer Name
Common sepia — squid	Gemeiner Tintenfisch Nordamerikanischer Kalmar	Sèche Encornet	Обыкновенная каракатица Североамериканский кальмар
— sun-star	Stachelsonnenstern		
— whelk	Wellhornschnecke	Buccin	Трубач
Cotton-spinner	Röhrenholothurie		Трубчатая голотурия
Crinoids	Seelilien und Haarsterne	Crinoides	Морские лилии
Crockling	Gemeine Miesmuschel	Moule	Съедобная мидия
Crow oyster	Sattelmuschel	Rose	Веловатая луковичка
Cuttlefish	Gemeiner Tintenfisch	Sèche	Обыкновенная каракатица
Daisy brittle star	Gänseblümchen-Schlangensterne		
Date shell	Steindattel	Datte de mer	Морской финик
Ear shell	Gemeines Seeohr	Ormeau	Обыкновенное морское ухо
Echinoderms	Stachelhäuter	Echinodermes	Иглокожие
Echinoids	Seeigel	Echinides	Морские ежи
Edible snail	Weinbergschnecke	Vigneron	Виноградная улитка
European rock periwinkle	Gewöhnliche Strandschnecke		
Exotic snail	Weinbergschnecke		Виноградная улитка
Fan shell	Pilgermuschel	Coquille de Saint-Jacques	
Feather stars	Haarsterne		
Flither	Gemeine Napfschnecke	Patelle	
Flithers	Napfschnecken		Морское блюдецка
Flying squid	Gemeiner Kalmar	Encornet	Обыкновенный кальмар
Frill	Pilgermuschel	Coquille de Saint-Jacques	
Purrow shell	Pfeffermuschel	Lavignon	
Gastropods	Schnecken	Gastéropodes	Брюхоногие моллюски
Giant clam	Mördermuschel		Обыкновенная тридакна
— conch	Fechterschnecke		Крылатка великан
— scallop	Große Kammuschel		Большой гребешок
Golden-star tunicate	Sternaskidie		Ботрилл Шлоссера
Green snail	Marmorierte Kreisel Schnecke		Мраморная кубарчатка
Heart-urchin	Herzigel		Сердцевидный еж
Hen	Pfeffermuschel	Lavignon	
Holothuroids	Seewalzen	Holothurides	Голотурии
Horse oyster	Sattelmuschel	Rose	Веловатая луковичка
Inkfish	Mitteländischer Zwergkalmar	Petit encornet	Средиземноморский кар- ликовый кальмар
Italian snail	Weinbergschnecke		Виноградная улитка
Larger anomia	Sattelmuschel	Rose	Веловатая луковичка
Limpet	Gemeine Napfschnecke, Schildkrötenschnecke	Patelle	
Limpets	Napfschnecken	Patelles	Морское блюдецка
Long oyster	Gemeine Bohrmuschel	Pholade	Обыкновенный камне- точец
Long-necked clam	Klaffmuschel	Mye	Песчаная ракушка
Long-spined sea-urchin	Diademseeigel		
Mammy fish	Weichtiere	Mollusques	Моллюски
Molluscs	Pfeffermuschel	Lavignon	
Mud-hen	Arche Noah		Ноев ковчег
Noah's ark shell	Gemeiner Krake	Pieuvre	Обыкновенный осьминог
Octopus	Klaffmuschel	Mye	Песчаная ракушка
Old maid	Sattelmuschel	Rose	Веловатая луковичка
Onion-peel anomia	Schlangensterne	Ophiurides	Офиуры
Ophiuroids	Gemeines Seeohr	Ormeau	Обыкновенное морское ухо
Ormer			Европейская устрица
Oyster	Europäische Auster	Huître	Устрицы
Oysters	Austern	Huîtres	Морское блюдецка
Pap shells	Napfschnecken		Обыкновенный аргонавт
Paper nautilus	Papierboot	Nautilie	Обыкновенный кораблик
Pearly Nautilus	Gemeines Perlboot		Щитовидный еж
Pea-urchin	Schildigel	Petit encornet	Средиземноморский кар- ликовый кальмар
Penfish	Mitteländischer Zwergkalmar		Обыкновенный камне- точец
Piddock	Gemeine Bohrmuschel	Pholade	
Pilgrim oyster	Pilgermuschel	Coquille de Saint-Jacques	Обыкновенный берего- вичок
Pinpatche	Gemeine Strandschnecke	Bigorneau noir	Обыкновенный осьминог
Poulp	Gemeiner Krake	Pieuvre	
Prickly fish			
— piddock	Gemeine Bohrmuschel	Pholade	Обыкновенный камне- точец
Pudworm	—	—	Обыкновенный камне- точец
Puller	Klaffmuschel	Mye	Песчаная ракушка
Queen	Pilgermuschel	Coquille de Saint-Jacques	

Englischer Name	Deutscher Name	Französischer Name	Russischer Name
Queen conch	Fechterschnecke		Крылатка великан
Rayed mactra	Große Trogmuschel	Mactre	
Razor shell	— Scheidenmuschel	Couteau droit	Обыкновенный черенок
Red fish			
— slender starfish	Blutstern		
Red-nose clam	Gemeiner Felsenbohrer		
Ribband	Sägezahn	Olive	
Rock-borer clam	Gemeiner Felsenbohrer		
Rock periwinkle	Rauhe Strandschnecke		
Rough periwinkle	— —		
Sabre razor	Schwertmuschel	Couteau courbe	
Saddle oyster	Sattelmuschel	Rose	Веловатая луковичка
Sand clam	Große Scheidenmuschel	Couteau droit	Обыкновенный черенок
— gaper	Klaffmuschel	Mye	Лесчаная ракушка
Sanddollars	Sanddollars		Щитовидные морские ежи
Scallop	Pilgermuschel		
Sea arrow	Nordamerikanischer Kalmar	Coquille de Saint-Jacques	
		Encornet	Североамериканский кальмар
Sea-cucumbers	Seegurken, Seewalzen	Holothuries	Голотурии
Sea hare	Gefleckter Seehase	Lièvre marin	Пятнистый морской заяц
— lace	Seerinde		
Sea-stars	Seesterne		
Sea-urchin	Steinseeigel	Stellérides	Морские звезды
Sea-urchins	Seeigel	Oursin	
Serpent star	Brauner Schlangenster	Echinides	Морские ежи
Sheath shell	Große Scheidenmuschel		
Ship worm	Gemeine Schiffsbohrmuschel	Couteau droit	Обыкновенный черенок
Slipper shell	Pantoffelschnecke		Корабельный червь
Smooth periwinkle	Stumpfe Strandschnecke		
Soft-shelled clam	Klaffmuschel	Mye	
Spiked cockle	Stachelige Herzmuschel	Coque épineuse	Песчаная ракушка
Spiny cockle	— —		
Spont fish	Große Scheidenmuschel	Couteau droit	Обыкновенный черенок
Squid	Gemeiner Kalmar, Mittel-ländischer Zwergkalmar	Encornet, Petit encornet	Обыкновенный кальмар, Средиземноморский карликовый кальмар
			Обыкновенный осьминог
Sucker	Gemeiner Krake	Pieuvre	
Teat fish			
Thin tellen	Platte Tellmuschel		Теллина
Tooth shell	Elefantenzahn		Зубовики
Trough shell	Große Trogmuschel	Mactre	
Tuberculated sea bear	Gemeines Seeohr	Ormeau	Обыкновенное морское ухо
			Оболочники
Tunicates	Manteltiere	Tuniciers	Позвоночные
Vertrebrates	Wirbeltiere	Vertébrés	Янтина
Violet snail	Veilchenschnecke		
Warted Venus shell	Rauhe Venusmuschel	Praire	
Waved whelk	Wellhornschnecke	Buccin	
Wedge shell	Sägezahn	Olive	
West Indian chiton	Westindischer Chiton		Вестиндский хитон
Wilk	Gemeine Strandschnecke	Bigorneau noir	Обыкновенный береговичок

III. FRANZÖSISCH — DEUTSCH — ENGLISH — RUSSISCH

Französischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Russischer Name
Alisson	Steinseeigel	Sea-urchin	Воконервные моллюски
Amphineures	Urmollusken		Обыкновенная беззубка
Anodonte	Teichmuschel		
Arapède	Gewöhnliche Napfschnecke	Common limpet	Асцидии
Ascidies	Seescheiden		Морские звезды
Astérides	Seesterne	Sea-stars	Красная морская звезда
Astérie	Gemeiner Seestern	Common European starfish	Сидячеглазые
Basommatophores	Wasserlungenschnecken		Белемниты
Bélemnites	Belemniten		Песчаная ракушка
Berlu	Klaffmuschel	Soft-shelled clam	
Bernique	Gemeine Napfschnecke	Common limpet	Обыкновенная багрянка
Bigorneau	Brandhorn		
— de chien	Wellhornschnecke	Common whelk	Обыкновенный береговичок
— noir	Gemeine Strandschnecke	— periwinkle	

Französischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Russischer Name
Biscuit de mer	Gemeiner Tintenfisch	Common sepia	Обыкновенная каракатица
Bivalves	Muscheln	Bivalves	Двустворчатые моллюски
Blanchet	Große Trogmuschel	Trough shell	
Bonne-sœur	Gemeine Bohrmuschel	Common piddock	Обыкновенный камне-точец
Bryozoaires	Moostierchen	Bryozoaires	Мшанки
Bucarde épineuse	Stachelige Herzmuschel	Spiked cockle	Трубач
Buccin	Wellhornschnecke	Common whelk	Букциниды
Buccins	Hornschnecken		Средиземноморский карликовый кальмар
Calmarct	Mittelländischer Zwergkalmar	Squid	Кальмары
Calmars	Kalmare		Обыкновенная каракатица
Casseron	Gemeiner Tintenfisch	Common sepia	Головоногие моллюски
Céphalopodes	Kopffüßer	Cephalopods	Двужаберные моллюски
— dibranches	Tintenschnecken		Четырехжаберные моллюски
— tétrabranches	Perlboote		Букциниды
Cérises	Hornschnecken		Обыкновенный осьминог
Châtaigne de mer	Steinseeigel	Sea-urchin	Песчаная ракушка
Châtrou	Gemeiner Krake	Octopus	Съедобная мидия
Clanque	Klaffmuschel	Soft-shelled clam	
Coieux	Gemeine Miesmuschel	Common mussel	
Compteux	Wellhornschnecke	— whelk	
Coque	Gewöhnliche Herzmuschel	— cockle	
Coque épineuse	Stachelige Herzmuschel	Spiked cockle	Съедобная сердцевидка
— rayée	Rauhe Venusmuschel	Warted Venus shell	
Coquille de Saint-Jacques	Pilgermuschel	Scallop	
Corne de punchas	Brandhorn		Обыкновенная багрянка
Cornet	Gemeiner Kalmar	Calmary	Обыкновенный кальмар
Couteau courbe	Schwertmuschel	Sabre razor	
— droit	Große Scheidenmuschel	Razor shell	
Crinoïdes	Seelilien und Haarsterne	Crinoids	Обыкновенный черенок
Datte de mer	Steindattel	Date shell	Морские лилии
Décapodes	Zehnmarme Tintenschnecken		Морской финик
Derte	Gemeine Bohrmuschel	Common piddock	Десятиногие
Dibranchiaux	Tintenschnecken		Обыкновенный камне-точец
Échinides	Seeigel	Echinoids	Двужаберные моллюски
Échinodermes	Stachelhäuter	Echinoderms	Морские ежи
Encornet	Nordamerikanischer Kalmar, Gemeiner Kalmar	Common squid, Calmary	Иглокожие
Etoile de mer	Gemeiner Seestern	— European starfish	Североамериканский кальмар, Обыкновенный кальмар
Fausse palourde	Große Trogmuschel	Trough shell	Красная морская звезда
Feuille de rose	Sattelmuschel	Saddle oyster	
— de salade	Brandhorn		Веловатая луковичка
Fleon	Sägezahn	Wedge shell	Обыкновенная багрянка
Flie	Große Trogmuschel	Trough shell	
Gajin	Gemeine Strandschnecke	Common periwinkle	
Gastéropodes	Schnecken	Gastropods	Обыкновенный береговичок
Gofiche	Pilgermuschel	Scallop	Брюхоногие моллюски
Grande pèlerine	—		
Gravette	Europäische Auster	Oyster	Европейская устрица
Gros bigorneau	Wellhornschnecke	Common whelk	
Grosse coque	Stachelige Herzmuschel	Spiked cockle	
— palourde	Klaffmuschel	Soft-shelled clam	
Haricot de mer	Sägezahn	Wedge shell	
Hénon	Gewöhnliche Herzmuschel	Common cockle	
Hérissons de mer	Seeigel	Echinoids	Съедобная сердцевидка
Holothurides	Seequalzen	Holothuroids	Морские ежи
Holothuries	Seegurken	Sea-cucumbers	Голотурии
— apods	Fußlose		
Homomyaires	Reihenzahnige Muscheln		Безногие голотурии
Huître	Europäische Auster	Oyster	Равнозубые
— de roche	Sattelmuschel	Saddle oyster	Европейская устрица
Huîtres	Austern	Oysters	Веловатая луковичка
Jambe	Gemeine Nafpfschnecke	Common limpet	Устрицы
Lamellibranches	Muscheln		
Lampot	Gemeine Nafpfschnecke	Common limpet	Двустворчатые моллюски
Lavignon	Pfeffermuschel	Hen	
Lièvre marin	Gefleckter Seehase	Sea hare	
Luisette	Sattelmuschel	Saddle oyster	Пятнистый морской заяц
Mactre	Große Trogmuschel	Trough shell	Веловатая луковичка
Maillot	Gewöhnliche Herzmuschel	Common cockle	
Manche de couteau	Große Scheidenmuschel	Razor shell	Съедобная сердцевидка
Margade	Gemeiner Tintenfisch	Common sepia	Обыкновенный черенок
Minard	— Krake	Octopus	Обыкновенная каракатица
			Обыкновенный осьминог

Französischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Russischer Name
Mollusques	Weichtiere	Molluscs	Моллюски
Moule	Gemeine Miesmuschel	Common mussel	Съедобная мидия
— de la Méditerranée	Mittelländische Miesmuschel		Средиземноморская мидия
— — rocher	— —		Средиземноморская мидия
Muscle de Rocco	— —		Средиземноморская мидия
— — vase	Gemeine Miesmuschel	Common mussel	Съедобная мидия
Mye	Klaffmuschel	Soft-shelled clam	Песчаная ракушка
Nautilie	Gemeines Perlboot	Pearly Nautilus	Обыкновенный кораблик
Nautilus	Perlboot		Кораблики
Nudibranches	Nacktkiemer		Голожаберные моллюски
Octopodes	Achtarmige Tintenschnecken		Осьминогие
Ceîl de bouc	Gemeine Napfschnecke	Common limpet	
Olive	Sägezahn	Wedge shell	
Ophiurides	Schlangensterne	Brittle stars	Офиуры
Opisthobranches	Hinterkiemer		Заднежаберные моллюски
Oreille de mer, Ormeau	Gemeines Secohr	Tuberculated sea bear	Обыкновенное морское ухо
Oursin	Steinseeigel	Sea-urchin	
Oursins irréguliers	Unregelmäßige (irreguläre) Seeigel		
— réguliers	Regelmäßige (reguläre) Seeigel		
Padallida	Gewöhnliche Napfschnecke	Common limpet	Правильные морские ежи
Palourde	Pilgermuschel	Scallop	
— plate	Pfeffermuschel	Hen	
— sauvage	Rauhe Venusmuschel	Warted Venus shell	
Patelle	Gemeine Napfschnecke	Common limpet	
— de la Méditerranée	Gewöhnliche Napfschnecke	— —	
Patelles	Napfschnecken	Limpets	Морское блюдечка
Pélécyropodes	Muscheln		Двустворчатые моллюски
Petit encornet	Mittelländischer Zwergkalmar	Squid	Средиземноморский карликовый кальмар
Pholade	Gemeine Bohrmuschel	Common piddock	Обыкновенный камне-точец
Pied de cheval	Europäische Auster	Oyster	Европейская устрица
— — couteau	Große Scheidenmuschel	Razor shell	Обыкновенный черенок
Pieuvre, Pieuvres	Gemeiner Krake, Kraken	Octopus	Обыкновенный осьминог, осьминогие
Pilau noir	Gemeine Strandschnecke	Common periwinkle	Обыкновенный берегов-вичок
Pilot	Wellhornschnecke	— whelk	
Placophores	Käferschnecken		Бляшконосные
Poulpe	Gemeiner Krake		Обыкновенный осьминог
— sèche	Mittelmeersepiole		Сепиола Ронделета
Praire	Rauhe Venusmuschel	Warted Venus shell	
Ptépodes	Flügelnschnecken		Крылоногие моллюски
Pulmonés	Lungenschnecken		Легочные моллюски
Pupre	Gemeiner Krake	Octopus	Обыкновенный осьминог
Ran à capet	Wellhornschnecke	Common whelk	
Rasoir	Große Scheidenmuschel	Razor shell	Обыкновенный черенок
Religieuse	Gemeine Bohrmuschel	Common piddock	Обыкновенный камне-точец
Rigadeau	Gewöhnliche Herzmuschel	— cockle	Съедобная сердцевидка
Rigadelle	Rauhe Venusmuschel	Warted Venus shell	
Rocher épineux	Brandhorn		Обыкновенная багрянка
Rose	Sattelmuschel	Saddle oyster	Веловатая луковичка
Salpes	Salpen		Сальпы
Scaphopodes	Grabfüßer		Лопатоногие моллюски
Seche	Gemeiner Tintenfisch	Common sepia	Обыкновенная каракатица
Seiche	Pfeilkalmar		Стреловидный вертиглаз
— anglaise	Gemeiner Kalmar	Calmary	Обыкновенный кальмар
Sepiole	Mittelmeersepiole		Сепиола Ронделета
Sepioles	Sepiolen		Сепиолы
Sépioun	Mittelmeersepiole		Сепиола Ронделета
Silieu	Gemeines Secohr	Tuberculated sea bear	Обыкновенное морское ухо
Six yeux	— —	— — —	Обыкновенное морское ухо
Socquet	Mittelländischer Zwergkalmar	Squid	Средиземноморский карликовый кальмар
Solénocoehes	Grabfüßer		Лопатоногие моллюски
Solénogastres	Furchenfüßer		Желобобрюхие моллюски
Souchot	Mittelmeersepiole		Сепиола Ронделета
Stellérides	Seesterne	Sea-stars	Морские звезды
Stylomatophores	Landlungenschnecken		Стебельчатоглазые моллюски
Supia	Gemeiner Tintenfisch	Common sepia	Обыкновенная каракатица
Taut	— Kalmar	Calmary	Обыкновенный кальмар
Taxodontes	Reihenzählige Muscheln		Равнозубые
Tête de scorpion	Brandhorn		Обыкновенная багрянка

Französischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Russischer Name
Tétrapbranchiaux	Perlboote		Четырёхжаберные моллюски
Thaliacés	Salpen		Сальпы
Tote	Mittelländischer Zwergkalmar	Squid	Средиземноморский карликовый кальмар
Truille	Sägezahn	Wedge shell	Оболочники
Tuniciers	Manteltiere	Tunicates	
Vanne	Pilgermuschel	Scallop	Позвоночные
Vertébrés	Wirbeltiere	Vertebrates	Обыкновенный береговичок
Vigneau	Gemeine Strandschnecke	Common periwinkle	Виноградная улитка
Vigneron	Weinbergschnecke	Edible snail	

IV. RUSSISCH — DEUTSCH — ENGLISCH — FRANZÖSISCH

Russischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Französischer Name
Австрийская битинелла	Quellenschnecke		
Амникола Штейна	Seenschnecke		
Ампулларии	Blasenschnecken		
Амфиокс	Lanzettfischchen		
Амфиокс	Gewöhnliches Lanzettfischchen		
Аплекса	Moosblasenschnecke		
Аргонавты	Papierbootartige Kraken		
Асцидии	Seescheiden		Ascidies
Атлантическая сепиола	Atlantische Sepiole		
Атлантический карликовый кальмар	Atlantischer Zwergkalmar		
Багрянки	Leistenschnecken		
Балтийская макома	Baltische Plattmuschel		
Башенковые	Turmschnecken		
Башневидки	Landdeckelschnecken		
Беззамковые плеченогие	Schloßlose Armfüßer		
Безногие голотурии	Fußlose		Holothuries apods
Белемниты	Belemniten		Bélemnites
Бесчерепные	Lanzettfischchen		
Бесчерепные	Schädellose		
Битиния лича	Runde Langfühlerschnecke		
Вляшконосные	Käferschnecken		Placophores
Боконервные моллюски	Urmollusken		Amphineures
Болотная горошинка	Gemeine Erbsenmuschel		
Болотная живородка	— Sumpfdeckelschnecke		
Болотная шаровка	Haubenmuschel		
Болотный прудовик	Sumpfschnecke		
Болотнянка	Leitungsmoos		
Большая россия	Große Rossie		
Большой гребешок	— Kammuschel	Giant scallop	
Большой красный слизень	— Rote Wegschnecke		
Большой напильник	— Feilenmuschel		
Большой придорожный слизень	— Egelschnecke		
Бороздчатобрюхие моллюски	Furchenfüßer		Solénogastres
Ботрилл Шлоссера	Sternaskidie	Golden-star tunicate	
Боченочники	Tonnensalpen		
Брюхоногие моллюски	Schnecken	Gastropods	Gastéropodes
Букциниды	Hornschnecken		Buccins
Булава	Rauchfangmuscheln		
Веловатая луковичка	Sattelmuschel	Saddle oyster	Rose
Венгерский колпачок	Ungarkappe		
Венусы	Venusmuscheln		
Вестиндский хитон	Westindischer Chiton	West Indian chiton	
Ветвистая древовидка	Bäumchenschnecke		
Виноградная улитка	Weinbergschnecke	Edible snail	Vigneron
Витушки	Posthörnchen		
Вторичноротые	Neumünder		
Вывернутая катушка	Glänzende Tellerschnecke		
Выпуклая гидробия	Hängende Wattschnecke		
Вырезокрайние	Schlitzbandschnecken		
Вытянутый прудовик	Wandernde Schlammschnecke		
Гигантские кальмары	Riesenkalmare		

Russischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Französischer Name
Гидробииды	Schnauzenschnecken		
Гладкая затворка	Blasige Federkiemenschnecke		
Головые медузы	Medusenhäupter		
Головоногие моллюски	Kopffüßer	Cephalopods	Céphalopodes
Голожаберные моллюски	Nacktkiemer		Nudibranches
Голотурии	Seewalzen	Holothuroids	Holothurides
Горошинки	Erbsenmuscheln		
Граптолитовые	Graptolithen		
Гребешки	Kammuscheln		
Грушковые	Birnschnecken		
Двужаберные моллюски	Tintenschnecken		Dibranchiaux
Двустворчатые моллюски	Muscheln	Bivalves	Bivalves
Десятиногие	Zehnnarmige Tintenschnecken		Décapodes
Длиннощупальцевый осьминог	Langarmiger Krake		
Длиннощупальцевый спрут	--		
Дрейссены	Wandermuscheln		
Дунайская лунка	Sarmatische Schwimmschnecke		
Дырчатки	Lochschnellen i. e. S.		
Дырчатковые	Lochschnellen		
Европейская гастрохена	Europäische Gastrochaena		
Европейская устрица	Europäische Auster	Oyster	Huître
Епископская митра	Bischofsmütze		
Желобобрюхие моллюски	Furchenfüßer		Solénogastres
Живородки	Sumpfedeckelschnecken		
Завернутая катушка	Gekielte Tellerschnecke		
Завернутая катушка	Spiralige Tellerschnecke		
Заднежаберные моллюски	Hinterkiemer		Opisthobranches
Закрытоглазые кальмары	Schließaugenkalmar		
Замковые плеченюгие	Schalenschloß-Armfüßer		
Заостренная физа	Spitze Blasenschnecke		
Затворки	Federkiemenschnecken		
Зеленая элизия	Grüne Samtschnecke		
Змеехвостки	Schlangensterne	Brittle stars	Ophiurides
Зонтичники	Schirmschnecken		
Зубовики	Elefantenzahn	Tooth shell	
Зубовики	Elefantenzähne		
Иглокожие	Stachelhäuter	Echinoderms	Echinodermes
Игольники	Seenadelschnecken		
Кальмары	Kalmare		Calmars
Камчатское морское ухо	Kamtschatka-Seeohr		
Каракатицы	Eigentliche Tintenschnecken		
Карликовая улитка	Zwerghornschnecke		
Карликовые кальмары	Zwergkalmar		
Катушки	Tellerschnecken		
Килеватая катушка	Flache Tellerschnecke		
Килеюгие моллюски	Kiehfüßer		
Китайская калиптрея	Chinesenhut		
Клион	Walaas		
Кожистые морские ежи	Lederseeigel		
Колпачковые	Huttschnecken		
Конусовые	Kegelschnecken		
Корабельный червь	Gemeine Schiffsbohrmuschel	Ship worm	
Кораблики	Perlboote		Nautilus
Корбулы	Korbmuscheln		
Королевская голотурия	Königsholothurie		
Крапчатая улитка	Gesprenkelte Weinbergschnecke		
Красная морская звезда	Gemeiner Seestern	Common European starfish	Étoile de mer
Крылатка великан	Fechterschnecke	Giant conch	
Крылатковые	Flügelschnecken		
Крылоногие моллюски	--		Ptépodes
Крючковые кальмары	Hakenkalmar		
Ланцетник	Gewöhnliches Lanzettfischchen		
Ланцетник	Lanzettfischchen		
Легочные моллюски	Lungenschnecken		Pulmonés
Листовидная флюстра	Blättermoostierchen		
Литорины	Strandschnecken		
Лопатююгие моллюски	Grabfüßer		Scaphopodes
Лужанки	Sumpfedeckelschnecken		
Лунки	Schwimmschnecken		
Малый морской древо-точец	Kleine Phahlmuschel		
Малый напильник	Nestbauende Feilenmuschel		
Масляная кубарчатка	Ölkrug		
Митровые	Mitraschnecken		
Моллюски	Weichtiere	Molluscs	Mollusques
Моллюскообразные	Muschellinge		

Russischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Französischer Name
Молоток	Hammermuschel		
Морская мидалина	Seemandel		
Морское блюдечка	Napfschnecken	Limpets	Patelles
Морской заяц	Sechase		
Морской финик	Steindattel	Date shell	Datte de mer
Морские ежи	Seeigel	Echinoids	Échinides
Морские звезды	Seesterne	Sea-stars	Stellérides
Морские кубышки	Seewalzen	Holothuroids	Holothurides
Морские лилии	Seelilien und Haarsterne	Crinoids	Crinoides
Морские огурцы	Seewalzen	Holothuroids	Holothurides
Морские ушки	Meerohren		
Мраморная кубарчатка	Marmorierte Kreiselschnecke	Green snail	
Мраморный конус	Marmorkegel		
Мускусный осьминог	Moschuskrake		
Мускусный спрут	—		
Мшанки	Moostierchen	Bryozoans	Bryozaires
Мягкотелые	Weichtiere	Molluscs	Mollusques
Наутилусы	Perlboote		Nautiles
Наяды	Najaden		
Ноев ковчег	Arche Noah	Noah's ark shell	
Оболочки	Manteltiere	Tunicates	Tuniciers
Обыкновенная багрянка	Brandhorn		Rocher épineux
Обыкновенная башенка	Gemeine Turmschnecke		
Обыкновенная башне- видка	— Landdeckelschnecke		
Обыкновенная беззубка	Teichmuschel		Anodonte
Обыкновенная жемчуж- ница	Flußperlmuschel		
Обыкновенная затворка	Teich-Federkiemenschnecke		
Обыкновенная каракатица	Gemeiner Tintenfisch	Common sepia	Sèche
Обыкновенная перловица	Malermuschel		
Обыкновенная пинна	Steckmuschel		
Обыкновенная тридакна	Mördermuschel	Giant clam	
Обыкновенная янтарка	Gemeine Bernsteinschnecke		
Обыкновенный аргонавт	Papierboot	Paper nautilus	
Обыкновенный бегево- вичок	Gemeine Strandschnecke	Common periwinkle	Bigorneau noir
Обыкновенный ботик	Papierboot	Paper nautilus	
Обыкновенный зубовик	Gemeiner Elefantenzahn		
Обыкновенный кальмар	— Kalmar	Calmary	Encornet
Обыкновенный камне- точец	Gemeine Bohrmuschel	Common piddock	Pholade
Обыкновенный кораблик	Gemeines Perlboot	Pearly Nautilus	Nautile
Обыкновенный крючкова- тый кальмар	Gemeiner Hakenkalmar		
Обыкновенный наутилус	Gemeines Perlboot	Pearly Nautilus	Nautile
Обыкновенный осьминог	Gemeiner Krake	Octopus	Pieuvre
Обыкновенный прудовик	Große Schlammschnecke		
Обыкновенный пузырек	Gemeine Blasenschnecke		
Обыкновенный спрут	Gemeiner Krake	Octopus	Pieuvre
Обыкновенный черенок	Große Scheidenmuschel	Razor shell	Couteau droit
Обыкновенное морское ухо	Gemeines Seeohr	Tuberculated sea bear	Ormeau
Обыкновенное ушко	—	—	—
Овальная перловица	Dicke Flußmuschel		
Озерная чашечка	Teichnapfschnecke		
Озерник	Große Schlammschnecke		
Оранжевая морская звезда	Roter Kammstern		
Острианковые	Nadelschnecken		
Осьминогие	Achtarmige Tintenschnecken		Octopodes
Осьминогие	Kraken		Pieuvres
Осьминогий кальмар	Achtarmkalmar		
Открытоглазые кальмары	Nacktaugenkalmare		
Офиуры	Schlangensterne	Brittle stars	Ophiurides
Папская митра	Papstkrone		
Первичноротые	Urmünder		
Переднежаберные	Vorderkiemer		Prosobranches
моллюски			
Перловицы и Беззубки	Flußmuscheln		
Песчаная ракушка	Klaßmuschel	Soft-shelled clam	Mye
Пирозомы	Feuerwalzen		
Пластиначтожаберные	Muscheln	Bivalves	Bivalves
моллюски			
Плеченогие	Armfüßer		
Плоская затворка	Scheibenförmige Federkiemen- schnecke		
Позвоночные	Wirbeltiere	Vertebrates	Vertébrés
Правильные морские ежи	Regelmäßige (reguläre) Seeigel		Oursins réguliers

Russischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Französischer Name
Прудовики	Schlammschnecken		
Пузырчатая физа	Quellenblasenschnecke		
Пупурный сердцевидный еж	Violetter Herzigel		
Пятнистая ужовка	Tigerschnecke		
Пятнистый морской заяц	Gefleckter Seehase	Sea hare	Lièvre marin
Равнозубые	Reihenzähne Muscheln		Taxodontes
Речная горошинка	Große Erbsenmuschel		
Речная дрейссена	Gemeine Wandermuschel		
Речная живородка	Echte Sumpfschnecke		
Речная лунка	Flußschwimmuschnecke		
Речная чашечка	Gemeine Flußnapfschnecke		
Речная шаровка	Flußkugelmuschel		
Роговая катушка	Posthornschnecke		
Роговая шаровка	Hornfarbige Kugelmuschel		
Ронковые	Nixenschnecken		
Садовый слизень	Gartenwegschnecke		
Сальпы	Salpen		Thaliacés
Сальпы	Eigentliche Salpen		
Североамериканский кальмар	Nordamerikanischer Kalmar	Common squid	Encornet
Сепии	Eigentliche Tintenschnecken		
Сепиола Ронделета	Mittelmeersepiole		Sepiolo
Сепиолы	Sepiolen		Sepiotes
Сердцевидки	Samtmuscheln		
Сердцевидные морские ежи	Herzseeigel		
Сердцевидный еж	Herzigel	Heart-urchin	
Сидячеглазые	Wasserlungenschnecken		
Средиземноморская волосатка	Mittelmeer-Haarstern		
Средиземноморская вырезка	Mittelländische Ausschnitts- schnecke		
Средиземноморская зонтичница	Mittelmeer-Schirmschnecke		
Средиземноморская корбула	Mittelländische Korbmuschel		
Средиземноморская мидия	— Miesmuschel		Moule de la Méditerranée
Средиземноморский карликовый кальмар	Mittelländischer Zwergkalmar	Squid	Petit encornet
Средиземноморский хитон	Mittelmeer-Chiton		
Стебельчатоглазые моллюски	Landlungenschnecken		Stylommatophores
Странствующая ракушка	Gemeine Wandermuschel		
Стреловидные черви	Pfeilwürmer		
Стреловидный вертиглаз	Pfeilkalmar		Seiche
Съедобная мидия	Gemeine Miesmuschel	Common mussel	Moule
Съедобная сердцевидка	Gewöhnliche Herzmuschel	— cockle	Coque
Съедобный шарнир	Lazarusklappe		
Съедобный морской еж	Еßbarer Seeigel	Common sea-urchin	
Теллина	Platte Tellmuschel	Thin tellen	
Теллиниды	Plattmuscheln		
Тихоокеанская макома	Pazifische Plattmuschel		
Тихоокеанский хитон	Große Mantel-Käferschnecke		
Толстая перловица	Dicke Flußmuschel		
Трехполосая лунка	Binden-Schwimmuschnecke		
Тридакны	Riesenmuscheln		
Трубач	Wellhornschnecke	Common whelk	Buccin
Трубчатая голотурия	Röhrenholothurie	Cotton-spinner	
Улитки	Hainschnecken		
Улитки	Schnecken	Gastropods	Gastéropodes
Усеченный прудовик	Kleine Schlammschnecke		
Устрицы	Austern	Oysters	Hûîtres
Ушкообразный прудовик	Ohrförmige Schlammschnecke		
Физы	Blasenschnecken		
Филирия	Beilschnecke		
Флюстры	Blättermoostierchen		
Хищные слизи	Raubschnecken		
Хордовые	Chordatiere		
Хордовые	Rückgratiere		
Чашечки	Flußnapfschnecken		
Чашечки	Napfschnecken		
Червячковые	Wurmschnecken		
Черенковые	Scheidenmuscheln		
Черная голотурия	Schwarze Seegurke		
Черный слизень	— Egelschnecke		
Чертов коготь	Teufelskralle		

Russischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Französischer Name
Четырехжаберные моллюски	Perlboote		Tétrabranchiaux
Чешуйчатая офиура	Schuppiger Schlangensterri		
Шаровки и Горошинки	Kugelmuscheln		
Шашень	Gemeine Schiffsbohrmuschel	Ship worm	
Шероховатая бурилка	Runzeliger Felsenbohrer		
Широкоосочная эолка	Breitwarzige Fadenschnecke		
Щеминки	Schließmundschnecken		
Щетинкочелюстные	Pfeilwürmer		
Щитовидные морские ежи	Sanddollars	Sanddollars	
Щитовидный еж	Schildigel	Pea-urchin	
Щупальцевая битиния	Große Langfühlerschnecke		
Эолковые	Fadenschnecken i. e. S.		
Южноитальянская лунка	Süditalienische Schwimmschnecke		
Язычки	Zungenmuscheln		
Язычок	Zungenmuschel		
Янтарки	Bernsteinschnecken		
Янтина	Veilchenschnecke	Violet snail	
Янтины	Veilchenschnecken		

Register

- Aale 352
Abatus philippii 350*
 Abfall, organischer [Detritus] 49
 59 148 295
Abida frumentum (Getreide-
 schnecke) 109 473 t
 – *secale* (Roggenkornschnecke)
 109 473 t
 Abilaichen 218 344
 Ablagerungen 28
 Aborales Nervensystem 277 f
 287 307 329 392
 Abysochoridae 465 t
 Abysochrysidae 75
Acanthaster planci 366 371* 373
 375 380* 382 386* 498 t
Acanthasteridae 366
Acanthinula aculeata (Stachel-
 schnecke) 109 473 t
Acanthocardia aculeatum 484 t
 – *echinatum* 484 t
 – *tuberculatum* 484 t
Acanthocephala (Kratzer) 220
Acanthochiton (Stachel-Käfer-
 schnecken i. e. S.) 41
 – *communis* (Gemeine Stachel-
 Käferschnecke) 41
 – *fascicularis* (Europäische
 Stachel-Käferschnecke) 36* 41
 41 k
Acanthochitonidae 41 461 t
Acanthochitonina (Stachel-Käfer-
 schnecken) 41
Acanthodesia serrata 250
Acanthodoris pilosa 479
Acanthopleura 39 461 t
 – *spiniger* 39 39* 461 t
Acavidae 111 474 t
Achatina achatina (Echte Achat-
 schnecke) 89* 94* 111 474 t
 – *fulica* (Große Achatschnecke)
 111 474 t
 – *marginata* 111 474 t
Achatinellidae 108 472 t
Achatinellinae 108
Achatinelloidea 108 472 t
Achatinidae (Afrikanische
 Riesenschnecken) 94* 111
 474 t
Achatinoidea 474 t
Achatschnecken (Cionellidae) 108
 473 t
 Achsenorgan (Axialorgan) 279 287
 329 363 f 393
 Achtarmige Tintenschnecken
 (Octobranchia) 195 198* 209* 213
 215 ff 488 t
 Achtermkalmar (*Octopodoteu-
 this sicula*) 208 487 t
Acicula polita (Glatte Nadel-
 schnecke) 69 464 t
Aciculidae (Nadelischnecken) 69
 464 t
Ackerschnecke (*Deroceras agreste*)
 89* 94* 115 475 t
Ackerschnecken (*Deroceras*) 115
 475 t
Acleiopecta 480 t
Acclididae 78 466 t
Aclis minor 466 t
 – *supranitida* (Falsche Turm-
 schnecke) 78 466 t
Acmaea testudinalis (Schild-
 krötschnecke) 59 462 t
 – *virginea* (Klippkleber) 59 462 t
Acmaeidae 57 59 462 t
Acochlidiidae 101 471 t
Acoelothecia 421
Acrania, Lanzettfischchen (Schä-
 dellose) 431 ff 435 453 f 457
 502 t
Acroloxidae 105 472 t
Acroloxus lacustris (Teichnapf-
 schnecke) 105 106 k 472 t
Acteon tornatilis 79* 97 470 t
Acteonina corrugata 128 128* 135
 478 t
Acteonidae 97 470 t
Acteonidea 97 101 105 470 t
Actinia equina (Pferdeactinie)
 135
 Actinien 250
 Actinodonte Zahnordnung
 (strahlenförmige Zahnord-
 nung) 147
Actinopyga 322
 – *agassizi* 322
 – *difficilis* 323
 – *echinites* 322
 – *mauritania* 322
Actinotrocha (Wimperinglarve)
 226 227 227* 232 235 f 253*
Actinotrocha branchiata 237 253*
Actinotrochatiere (Actinotrocho-
 zoa) 226
Actinotrochozoa [Actinotrocha-
 tiere] 226
Aculifera (Stachelweichtiere) 20
 23* 28 29 ff 41 44 460 t
Adambulacralplatten 362
Adanson 76
Adansons Wurmschnecke [*Ver-
 metus adansonii*] 46* 76 465 t
Adapedonta (Wenigzahnige Mus-
 scheln) 163 168* 177* 179 180 f
 485 t
Addisonia paradoxa (Tiefsee-
 Napfschnecke) 59 462 t
Adeorbis subcarinatus 464 t
Adekunbiella durhami 411
Adesmaea 181
Adesmoidea 181 486 t
 Adventive Avikularien 242
Aeginopella 112 475 t
 – *nitens* (Weitmund-Glanz-
 schnecke) 475 t
Aeginopella nitidula (Kleine
 Weitmund-Glanzschncke)
 475 t
Aegires punctilucens 131 479 t
Aegiretidae 479 t
Aegopsis 112 475 t
 – *verticillus* 475 t
Aeolidia papillosa (Breitwarzige
 Fadenschnecke) 134 480 t
Aeolidiidae 480 t
Aeolidioidea (Fadenschnecken
 i. e. S.) 133 134
Aeolidioidei 130 480 t
Aeropsidae 338 497 t
 Aestheten (nervöse Hautfort-
 sätze, lichtwahrnehmende
 Sinnesorgane) 39
Aetea anguina 255 490 t
Aeteidae 255 490 t
Afrenulata 422 423 501 t
 Afrikanische Riesenschnecken
 [Achatinidae] 94* 111 474 t
Agajala 101 470 t
 – *depicta* 79* 98 470 t
Agajalidae 98 470 t
Aglossa (Zufügenlose) 81 101
Aillyidae 110 473 t
Aiptasia mutabilis 135
Akera bullata (Kugelschnecke) 90*
 124 476 t
Akeridae (Kugelschnecken) 101
 124 477 t
 Akkomodation (Entfernungsein-
 stellung) 200 217
 Aktinien (Seerosen) 78
 Akzessorische Nidamentaldrüsen
 [Anhangsnidamentaldrüsen]
 199
Alcyonella 251 489 t
Alcyonidae 251 489 t
Alcyonidium 245 489 t
 – *gelatinosum* (Gallert-Moos-
 tierchen) 234* 250* 251 489 t
Alcyonium (Seemannshand) 83*
Alderia modesta 128 478 t
Alderopsis nigra 478 t
 Alender, C. B. 353
Alexandromenia agassizi 460 t
Alexis myosotis 472 t
 Algen 40 95 123 126 f 132 134 171
 175 205 250 f 251* 255 f 260 268
 295 317 342 377 398 401
 Algenzone (Phytal) 60
 Allesesser 397
Alloctenotus fragilis 340
Allopatiria ocellifera 357*
Alloposidae 221 489 t
Alloposus mollis (Weichkrake)
 221 489 t
Allorossia glaucopsis (Blauäugige
 Rossie) 206 487 t
Alloteuthis (Zwergkalmare) 208
 487 t
Alloteuthis media (Mittel-
 ländischer Zwergkalmare)
 208
 – *subulata* (Atlantischer Zwerg-
 kalmare) 208
Aloidis gibba [Gemeine Korb-
 muschel] 485 t
 Alternierendes Stemm-Schieben
 [gegenseitiges Stemm-Schieben]
 52
 Altschnecken (*Diotocardia*) 45*
 53 59 61 f 462 t
Alvania reticulata 69 464 t
 Amalthidae 466 t
 Amalthoidea 466 t
Amathia lendigera 252 490 t
 Ambulacralfüßchen 240
 Ambulacralplatten 328 330 339*
 340* 349 361 ff
 Ambulacralsystem [Wassergefäß-
 system] 81 276 ff 283 286 f 299
 303 306 ff 328 f 349 361 363 366
 383 392 402
 Ambulacrurum 326
 Ameisen 111 116
 Amerikanische Auster (*Crasso-
 strea virginica*) 157 f 482 t
 – Bohrmuschel (*Petricola phola-
 diformis*) 176 485 t
 Ametamer 424
Amicula vestita (Arktische
 Löcher-Käferschnecke) 36* 40 f
 461 t
Amiskwia 270 492 t
 – *sagittiformis* 270 492 t
 Ammoceteslarve 432
 Ammonoidea (Ammonshörner
 oder Ammoniten) 23* 24 f 27
 192
 Ammonitellidae 475 t
 Ammoniten, heteromorphe 27
 Ammonshörner (Ammonidei) 24
Amnicola steini (Seenschnecke) 70
 464 t
 Amöben (Wechseltierchen) 258
 Amöbozyten (Wanderzellen)
 261 f
 Amphibien 431
Amphibola 107 472 t
 – *crenata* 471 t
Amphibolidae 102 471 t
Amphiboloidea 102 105 471 t
Amphibolimidae 111 474 t
Amphilepididae 499 t
Amphilycus 395 399 499 t
 – *androphorus* 389* 399 499 t
Amphimelania holandri 77 465 t
 – *parvula* 77 465 t
Amphineura (Urmollusken) 29
Amphiodia psara 396 499 t
 Amphioptura 402
 Amphioxiformes (Lanzett-
 fischen) 502 t

- Amphioxus* [Lanzettfischchen] 240 413 457
Amphiperasidae 83 467 t
Amphipholis squamata 394 399 401 408 499 t
Amphipoden [Flohkrebs] 41 245 295 299 342 350 374 381
Amphitretidae 488 t
Amphitretus pelagicus 216 488 t
Amphiura 398* 400 494 t
 – *chiaiei* 390* 394 399 401 494 t
 – *filiformis* 394 399 407 494 t
Amphiuridae 394 ff 398 402 407 494 t
Ampullariidae [Blasenschnecken] 63 67 107 463 t
Ampullarius 67 463 t
 – *gigas* (Große Kugelschnecke) 67
 – *scalaris* (Apfelschnecke) 67 463 t
Ampullen 228 306 307 329 363 392
Ampullenkanal 362
Amulette 84 92
Amusiidae 153 482 t
Amusium pleuronectes [Kompas-muschel] 153 482 t
Analogane 208
Ananemia agassizi 460 t
Anarhichas lupus [Seewolf] 402
Anasca 255 490 t
Anaspeida [Breitfußschnecken] 90* 96 123 ff 477 t
Anasterias antarctica 377*
Ancestrula [Erstes Moostierchen] 247
Ancylastrum fluviatilis 472 t
Ancylidae [Flußnapfschnecken] 107 472 t
Ancylodoris baicalensis 129 479 t
Ancylidae 472 t
Ancylus fluviatilis [Gemeine Flußnapfschnecke] 80* 107 107 k 472 t
 – *lacustris* 472 t
Anetia sarasini 110 110* 473 t
Anemonenfische 133
Angaria delphinus [Delphin-schnecke] 60 463 t
Anglerkalmr [*Chiroteuthis veranyi*] 197* 211 488 t
Anglerkalmralfische 197* 488 t
Angustipies plebeius 113* 123 476 t
Anhangdrüse des Enddarms [Rektaldrüse] 136 196
Anhänge der Fußoberseite [Epipodialtentakel] 60
Anhangsnidamentaldrüsen [Akzessorische Nidamentaldrüsen] 199
Anisomyaria [Ungleichmuskler] 150
Anisus vortex [Spiralige Teller-schnecke] 80* 106 472 t
Ankel, W. 78 135
Anker 410 425 ff
Annulus 424
Anodonites wymanii 166 483 t
Anodonta cygnaea [Teich-muschel] 142* 144* 164 ff 165* 174 483 t
Anomalodesmoidea [Zahnlose Muscheln] 163 178* 183 ff 486 t
Anomia ephippium [Sattelmuschel] 142* 155 ff 156* 482 t
Anomiidae 155 482 t
Anomioidea 156 482 t
Anopsiidae 477 t
Anopsis 125 477 t
 – *gaudichaudi* 125 477 t
Anpassungsvermögen [Plastizität] 23
Anseropoda placenta [Gänsefuß-
 stern] 361 365 368 374 384 385* 387 498 t
Antedon 303
 – *bifida* 286* 290 297 299 493 t
 – *celtica* 290 493 t
 – *mediterranea* [Mittelmeer-Haarstern] 282* 290 291* 297 493 t
 – *petasus* 290 493 t
Antedonidae 290 493 t
Anthracopoda 27
Anthracospirifer 259 491 t
Antipella cristata 133 480 t
Antipellidae 132 480 t
Aorta [Schlagader, Hauptschlagader] 48
 – *descendens* 457
Apatopygidae 337 496 t
Apedicularia 502 t
Aperidae 474 t
Apex [*Mützenzipfel*] 47 51
Apfelschnecken [Ampullarius] 67 463 t
Aphragmophora 267 492 t
Aphrodisiakum 204
Aphra hypnorum [Moosblasen-schnecke] 106 472 t
Aplysia dactylogelata [Gefleckter Seehase] 124
 – *depilans* [Seehase] 78 90* 124 ff 125* 129
 – *fasciata* [Mittelländischer Seehase] 124
 – *rosea* [Kleiner Seehase] 124
Aplysiella virescens 90* 124 477 t
Aplysiidae 124 477 t
Aplysioida [Bedecktschaler] 124 ff 477 t
Apoda [Fußlose] 306 ff 313 316 ff 499 t
Apodida 313 325 499 t
Apogonidae [Kardinalfische] 350
Apophyses [Gelenkflügel] 38
Aporrhaidae
Aporrhais pespelecani [Pelikan-fuß] 55* 82 467 t
Appendicularia 431 434 ff 439 ff 445 452 ff
Apriolimax agreste 425 t
Aptychen [Deckel] 24 97
Aquarium 194 207 228 237 243 264 297 300 306 367 373 375 381 395 440
Aquileja [Schalenfelder] 87
Arachinoidea 337 496
Arancidae 479 t
Arbacia 330* 339* 495 t
 – *lixula* [Schwarzer Seeigel] 331 495 t
Arbaciidae 331 495 t
Arbacioidea 331 495 t
Arbeitsfasern [Reaktionsfasern] 144
Arca lactea 481 t
 – *noae* [Arche Noah] 149 ff 481 t
Archaster typicus 365 377 498 t
Archaristeridae 365 498 t
Arche Noah [Arche Noah] 149 ff 481 t
Archenmuscheln [Arcidae] 149 ff 152 176 184 481 t
Archidors tuberculata [Warzige Sternschnecke] 93* 130 478 t
Archimediella triplicata [Gekielte Turmschnecke] 76 465 t
Architaenioglossa 63 463 t
Architectonica perspectiva [Son-nenuhr] 76 465 t
Architectonicidae [Sonnenschnecken] 76 465 t
Architeuthidae [Riesenkalmare] 209 ff 487 t
Architeuthis clarkei 209 487 t
 – *dux* 209 487 t
 – *harveyi* 209 487 t
 – *princeps* 209 487 t
Architeuthoidea [Nacktaugenkal-mare] 208
Arcidae [Archenmuscheln] 149 ff 152 176 184 481 t
Arctica islandica [Islandmuschel] 142* 170 ff 483 t
Arcticidae 170 483 t
Ardoidea 481 t
Argonauta 192
 – *argo* [Papierboot] 198* 221* 222 225 489 t
Argonautidae 489 t
Argonautoida [Papierbootartige Kraken] 221 489 t
Argyrothea 262 491 t
 – *cistellula* 265 491 t
Arianta arbustorum [Gefleckte Schnirkelschnecke] 89* 116 116* 476 t
Arion ater [Große Schwarze Weg-schnecke] 89* 94* 112 474 t
 – *empiricorum* p. p. 474 t
 – *hortensis* [Gartenwegschnecke] 112 474 t
 – *rufus* [Große Rote Wegschnecke] 89* 94* 112 474 t
 – *subfuscus* [Braune Wegschnecke] 112 474 t
Arionidae [Wegschnecken] 112 474 t
Ariophantidae 475 t
Ariophantoidea 475 t
Aristoteles 192 221
Arktische Löcher-Käferschnecke [Amicula vestita] 36* 40 ff 461 t
Arktischer Tiefenkrake [Bathy-polypus arcticus] 221 489 t
Arktischer Wunderschirm [Cirro-teuthis muelleri] 215 488 t
Arme 191 193 ff 201 203 ff 209 211 213 ff 218 220 ff 226 228 259 ff 265 280 285 ff 293 ff 299 ff 303 361 ff 373 ff 378 383 ff 391 ff 394 ff 401 ff 407 419 ff 422 ff
 – [Radien, Einzahl: Radius; Stachelhäuter] 276 278
Armführen 373 392
Armfüßer [Brachiopoda] 226 ff 226* 236 253* 258 ff 261* 264* 266 491 t
 – *Anatomie* 261*
Arminia 132 479 t
 – *maculata* 132 479 t
Arminidae 132 479 t
Arminoidea 479 t
Arminoidei 130 479 t
Armplatten 299 392
Armrinne 373 392
Armscheiben 222
Armschirm 215 ff 220
Armschlingentechnik 398
Armskelett 300 303 364
Armskelettplatten 364 378
Armträger [Brachiata] 409 ff 422 ff 422* 501 t
Armträger, Anatomie 422*
Armwirbel 392 402
Armwirbler [Lophopoda] 238 241 250 254* 256 ff 491 t
Arthessidae 126 477 t
Arthessa elioti 477 t
Articulamentum 28 38
Articoidea 483 t
Articulata [Schalenschloß-Arm-füßer] 253* 255 259 ff 260* 262* 265 265* 283 490 t
Aschgraue Käferschnecke [Lepi-
 dochitona cinereus] 36* 39 39 k 461 t
Ascidia [Seescheiden] 434 ff 439 440 ff 445 452 454 501 t
Ascidacea [Seescheiden] 83* 101 129 131 152 155 342 421 434
Ascididae 501 t
Asidiella 501 t
Ascoceras 24
Ascopora 256 490 t
Ascothoracia 381
Aspergillum vaginiferum 486 t
Aspidochirota 308 309 317 324 ff 494 t
Aspidochirotida 309 ff 494 t
Aspidodiadematidae 330 495 t
Aspidoporus limax [Lochege-lschnecke] 115 475 t
Assel-Käferschnecke [Lepidopleu-rus assellus] 38 38 k 460 t
Asseln 299
Asselspinnen 49
Assimineia grayana 69 464 t
Assimineidae 69 464 t
Assoziationszentren 200
Astarte borealis [Nordische Astarte] 142* 169 483 t
 – *sulcata* [Gefurchte Astarte] 169 483 t
 – *Muscheln* [Astartidae] 169 483 t
Astartidae [Astarte-Muscheln] 169 483 t
Asterias 374 376 499 t
 – *forbesi* 367 375 384 499 t
 – *rubens* [Gemeiner Seestern] 364* 366 374 ff 381 384 385* 387 499 t
 – *vulgaris* 367 376 387 499 t
Asteriidae 362* 366 ff 375 387 499 t
Asterina exigua 376 498 t
 – *gibbosa* [Fünfeckstern] 364 ff 367 376 378 384 387 498 t
Asterinidae 365 498 t
Asteroidiscus truncatus 379* 498 t
Asteroidia [Seesternen] 82 ff 91 154 192 250 272* 273 ff 275* 276* 283 300 321 352 ff 361 ff 363* ff 367* 375* 377* 379* 396 402 416 497 t
Asteromera macropoda 304*
Asteronychidae 499 t
Asteronyx loveni 390* 398 499 t
Asterope carinifera 498 t
Asterophila japonica 83 467 t
Asterophilidae 83 467 t
Asteropidae 498 t
Asteroschematidae 499 t
Asterostomatidae 338 497 t
Asthenosoma varium 330 336* 495 t
Asthma 117
Astichopus multifidus 315
Astraea rugosa [Stachelschnecke] 60 463 t
Astriclypeidae 337 496 t
Astroboa 398 499 t
 – *nuda* 406* 499 t
Astrocllamys bruneus 399 499 t
Astroplecten aranciaceus [Roter Kammstern] 358* 365 368 374 ff 386* 387 497 t
 – *irregularis* [Nordischer Kammstern] 365 497 t
 – *spinulosus* 384 497 t
Astropectinidae [Kammsterne] 362 362* 365 367 ff 377 384 388 497 t
Astrophiera permira 390*
Astrophylon 399
Astrothorax waitei 399 499 t

- Astrotoma agassizi* 393 499 t
Asymmetron 457 502 t
Atelecrinidae 290 493 t
Atelostomata 330 337 496 t
 Atemhöhle 21
 Atemöffnung des Bronchialporus 454
 Atemorgane 93* 364
Atemisipho 83 86 88 91
 Atemwasser 341
Athecanephria 422 423 f 501 t
Athoracophoridae 110 110 k 473 t
Athoracophorus bitentaculatus 110 473 t
Athoraphoroidea 473 t
Athyonidium chilensis 318
Atlanta peroni 55* 85 467 t
Atlantoidea (Kieffüßer) 85 102 467 t
Atlantidae 85 467 t
 Atlantische Schiffsbohrmuschel [*Teredo pedunculata*] 183 486 t
 – *Sepiole* [*Sepiola atlantica*] 206 206* 487 t
 – Spelzenschnecke [*Simnia patula*] 83 83* 467 t
 Atlantischer Kurzflössenkalmar 488 t
 – Tiefseevampir [*Vampyrotheuthis infernalis infernalis*] 215 488 t
 – Zwerghkalmar [*Alloteuthis subulata*] 208 487 t
Atlantoidea 467
 Atmung 30 34 432 434 445
Atopidae 476 t
Atopos 118 476 t
 – *semperi* 113* 118 476 t
 Atrium 31
Atubaria heterolopha 420 421 500 t
Atubariidae 418 421 500 t
Atyidae 97 470 t
Atya diaphana 97 470 t
 Aufwuchstierchen 242
 Augen 39 59 62 70 81 83 85 102 108 118 123 125 136 146 150 154 156 173 189 f 194 196 200 203 210 212 ff 266 363 439 443 454
 –, rückgebildete 81
 Augenflecken 165 439
 Augenkammer 202 206 208 216
 Augentiere 204
 Auricularialarve 320 f
 Ausläufer (Stolo) 239* 240
 Ausscheidungsorgane 22 454
 Ausschnittschnecken 462 t
 Außenschmarotzer 30 81 88 131 402
 Außenskelett 24
 Ausströmöffnung (Egestionsöffnung) 441 f
 Austern (Ostreidae) 19 82 149 151 153 155 156 ff 173 179 228 235 f 250 376 482 t
 Austernbänke 157 f 376
 Austernlarven 151
 Austernzucht 147 157
Austrocidaris canaliculata 350*
 Autotomie (Selbstverstümmelung) 221 235 297 300 323 f 383 402
 –, segmentale 221
 Autozoid 246* 255
Avicula tarentina 482 t
 Avikularie (Vogelköpfchen) 242 245 247* 248* 256 f
 Axialorgan (Achsenorgan) 279 287 329 363 f 393
- Azeca menkeana* [Bezahnte Achatschnecke] 108 473 t
- Baba*, K. 127
Babinka 27 147
Bactritida 24 192
Bactritidae 192
Baculites 27
Bakterien 117 199 206 250 317 325 426
Balanoglossus 417 f 500 t
 – *clavigerus* 418 418* 427* 500 t
 – *gigas* 418 500 t
Balcis polita 81 466 t
Balistes vetula [Königindrückerfisch] 350
 Balken-Raspelzunge (docoglosse Radula) 57
 Balkenzüngler (Patelloidea) 57 59 462 t
 Baltische Plattmuschel [*Macoma baltica*] 168* 179 485 t
 Band-Erbsenmuschel [*Pisidium toratum*] 170 483 t
Bankia minima [Kleine Phahlmuschel] 183 486 t
Barbata barbata [Bärtige Archenschnecke] 149 481 t
Barnea candida [Weiße Bohrmuschel] 177* 182 486 t
 Bartenwale 102 125
 Bärtige Archenschnecke [*Barbata barbata*] 149 481 t
 Bartmuschel [*Modiolus barbatus*] 140* 151 481 t
 Bartenwürmer (Pogonophora) 409 ff 422 f 425 f 430 433 501 t
 Basalmembran 425
 Basalplatten 286 290
 Basomatophora [Wasserlungenschnecken] 51 80* 96 102 107 f 118 471 t
Bathothauma lyromma [Tiefenwunder] 212 488 t
Bathyrinidae 293 493 t
Bathyrinus australis 293 303 493 t
Bathydoridoidea 478 t
Bathydoridoidea 478 t
Bathyploetes natans 310 315 494 t
Bathypolypus arcticus [Arktischer Tiefenkrake] 221 489 t
 Bauchfell [Metacoelothel] 275 t 306 308 327 361
 Bauchfüßer 258
 Bauchmarktiere [Gastroneuralia] 19 266 271
 Bauchnervenknoten [Ventralganglion] 267
 Bäumchenschnecke [*Dendronotus arboreus*] 113* 132 479 t
 Becherauge 150
 »Becher-Haarwurm« [*Trichocephalus acetabularis*] 221 489 t
 Becherkeim 416
 Becherkorallen 236
 Becherlarve [Gastrula] 263
 Bedecktkiemer [Tectibranchia] 123
 Bedecktschale [Aplysioidea] 124 f 477 t
 Bedecktschalige Breitfußschnecken 90*
 Bedornete Seerinde [*Membranipora pilosa*] 246 490 t
 Beerenlange 256
 Befruchtung 377
 Begattung 22 191 195 204 206
 Begattungsarm 204 210 216 219* 220 ff 221*
- Begattungskette 125
 Begattungsorgan 30 52 214
 Begattungsstachel 30
 Begattungstasche 204 f
 Beißfüßer (Pelecypoda) 143
 Beilschnecke [Phylliroe bucephala] 113* 132 135 479 t
 Beißzangen 327 350
 Beklemischew, W. N. 226 273
 Belemniten [Belemnitoidea] 27
 Belemnitoidea [Belemniten] 23* 27
 Bellerophonacea 23* 27 49 52 52* 54
 Bellerophonaceen, Anatomie 52*
 Bennett, George A. 194
 Benthopectinidae 498 t
Berghia coerulea 135 480 t
 Berg-Vießfrässhnecke [*Ena montana*] 80* 109 473 t
 Bernsteinschnecken [Succineidae] 109 473 t
Berthelinia 127 477 t
 – *chloris* 126 126* 477 t
 – *limax* 126 477 t
Berthella 129 477 t
 – *aurantiaca* 129 478 t
 Berührungsreize 196 415
 Beutelstrahler [Cystoidea] 289
 Beuteltiere 222
 Bewegungssehen 173
 Bewimperung 425* 445 447
 Bezahnte Achatschnecke [*Azeca menkeana*] 108 473 t
Bicellariidae 255 490 t
 Bidder, Anna M. 194
 Bienen 200
 Bildungskern [Nucleus] 53
 Bilharziose 107
 Bindegewebe 327
 Bindegewebsschicht 275 f 285 327 361
 Bindegewebszellen 275
 Binden-Schwimmuschnecke [*Theodoxus transversalis*] 61 463 t
 Biologisches Gleichgewicht 166
Bipinnaria 376* 377
 Birnenförmiges Organ 247
 Birnen-Porzellanschnecke [*Zonaria pyrum*] 84 467 t
 Birnenschnecken [Pyrenidae] 88 468 t
 Bischofsmütze [*Mitra episcopalis*] 92
Biserramenia psammobionta [Sand-Furchenfuß] 31 460 t
Bithynia leachi [Runde Langfühlerschnecke] 70 464 t
 – *tentaculata* [Große Langfühlerschnecke] 70 464 t
Bithyniidae 70 464 t
Bittium reticulatum [Netzhornschnecke] 46* 77 465 t
Bivalvia [Muscheln] 19 ff 23* 27 f 40 43 f 49 69 85 ff 91 107 126 136 ff 143 ff 158 163 f 166 169 ff 173 176 184 ff 196 218 226 ff 240 242 250 ff 255 f 258 ff 321 342 f 350 374 ff 378 383 f 396 432 481 t
 Bivium 306
Bivonia triquetra [Dreikant-Wurmschnecke] 76 465 t
 Blasenreuse [*Nassarius arcularis*] 91 469 t
 Blasenschnecken [Ampullariidae, Bullidae, Physidae] 63 67 97 106 107 463 t 470 t 472 t
 Blasige Federkiemenschnecke [*Borystenia naticina*] 68 464 t
- Blastoidea* 280
Blastula 344 400
 Blattange 57 256*
 Blattauster [Pycnodonta folium] 157 157* 482 t
 Blättrchen (als Kiemenersatzbildungen) 30 145
 Blättermoostierchen [*Flustra, Flustra foliacea*] 241 254* 255 490 t
 Blattkiemen [Eulamellibranchien] 145 185
 Blattkiemer [Eulamellibranchia] 65/66* 144 f 145* 155 163 166 179 183 482 t
 Blattschnecke [*Bosellia mimetica*] 127 127* 477 t
 Blauäugige Rossie [*Allorossia glaucopsis*] 206 487 t
 Blaue Napschnecke [*Patella coerules*] 45* 58 462 t
 – Treppenschnecke [*Oenopota turricula*] 95 469 t
 Blauer Kalmar [*Stenoteuthis bartmaji*] 211
 – Seestern [*Coscinasterias tenuispina*] 366 386* 499 t
 Blaugebänderte Napschnecke [*Patina pellucida*] 57 462 t
 Blauwal 431
 Blendenhäuten (Blendenmembran) 257
 Blendenmembran [Blendenhäuten] 257
 Blinde Turmschnecke [*Ceciloides acicula*] 110 474 t
 Blinder Kopffüßer 215
 – Wunderschirm [*Cirrothoama murrayi*] 198* 215 f
 Blindsack [Saccus] 126
 Blindsäcke des Mitteldarms 22
 Blindschläuche 363
 Blinken 399
 Bluthahnen [Lakunen] 278 287 296 307 f 321 363 439 442
 Bluthahnennetz, kapillares [Wundernetz] 308
 Bluthaarnetz 393
 Blutdrüse 190
 Blütenblattähnliche Felder [Petalodien] 328 332 338 349
 Blutfarbstoff 261
 Blutflüssigkeit 22 189 f 278 308 329 410 413 ff 422 439
 Blutgefäße 22 230 278 414 439
 Blutgefäßnetz 401
 Blutgefäßsystem 229 f 235 287
 –, offenes 41
 Blut-Haargefäße 62
 Blutkanalsystem 227
 Blutkörperchen 230 382 439
 Blutkreislauf 189 238 454
 –, offener 22
 Blutlakunen 229 287 329
 Blutplasma 230
 Blutstern [*Henricia sanguinolenta*] 365 378 384 498 t
 Blutzellen 190 439
 Bodenschleppnetz 220
 Bodenvögel 111
 Boettger, C. R. 75
 Bohrrassel 183
 Bohren 354
 Bohrlöcher 152
 Bohrmuscheln 147 152 180 f 486 t
 »Bohrwürmer« 183
 Bohrzoid 252
Bolitaena 216 488 t

- Bolitaena diaphana* 216 488 t
 — *pygmaea* 216 488 t
Bolitaenidae 216 488 t
Bolitaenoidea (Weichkieferrakren) 216 488 t
Bornellidae 479 t
 Borsten 425 430
 Borstenkiefers (Chaetognatha) 266
 Borstenwürmer (Polychaeten) 32
 76 101 143 183 235 299 321 342
 350 381 f 396
Borysthenia naticina (Blasie)
 Fiederkiemenschnacke 68 464 t
Bosellia mimetica (Blattschnacke)
 127 127* 477 t
Bothriocidaritis 283
Botryllidae 502 t
Botryllus schlosseri (Sternaskidie)
 445 502 t
 Bott, Richard 204
Brachiata [Armträger] 409 ff 422 f
 422* 501 t
Brachiolaria 377 f
Brachiolen [Nahrungsrinnen] 280
 283 286 ff 296
Brachiopoda [Armfüßer] 226*
 226 f 236 253* 258 ff 261* 264*
 266 491 t
Bradybaena fruticum (Strauch-
 schnacke) 116 475 t
Bradybaenidae (Buschschnacken)
 116 475 t
Branchialsipho (Einstromöffnung,
 Ingestionsöffnung) 441
Branchiostoma 453 457 502 t
 — *lanceolatum* (Gewöhnliches
 Lanzettfischchen) 457 502 t
Branchiostomidae (Lanzett-
 fischchen) 502 t
Branchiotremata (Kragentiere)
 409 ff 412 415 418 422 500 t
Brandhorn [*Murex brandaris*]
 71* 87 f 468 t
 Braunalgen 318 342
 Braunalgentange 256
 Braune Mondschnacke [*Lunatia*
catena] 85 468 t
 — Porzellanschnacke [*Luria*
lurida] 84 467 t
 — Scheibenschnacke [*Discus*
ruferatus] 112 474 t
 — Venusmuschel [*Callista chione*]
 168* 176 485 t
 — Wegschnacke [*Arion subfuscus*]
 112 474 t
 Brauner Körper 248*
 — Schlängentier (Ophiiderma
longicauda) 389* 394 500 t
 — Stufenturm [*Mitra ebenus*] 92
 469 t
 Braunrosa Fadenschnacke [*Faceli-*
na drummondii] 104* 120* 134
 480 t
Brechites (Gießkannenmuscheln)
 185 486 t
 — *vaginiferum* 178* 185
 Breitfußschnacken [Anaspidae]
 90* 96 123 f 477 t 486 t
 —, Anatomie 124*
 Breitraspelpunze 64*
 Breitrippige Herzmuschel
 [*Cardium paucicostatum*] 174
 484 t
 Breitwarzige Fadenschnacke
 [*Aeolidia papillosa*] 134 480 t
 Breitzüngler (Taenioglossa) 46*
 55* 62 63 463 t
Brisinga coronata 383 498 t
Brisingidae 361 366 378 388 498 t
Brissidae 338 497 t
Brissopsis 340 f 343

- Chaetoderma* 34 460 t
 — *canadense* 37 460 t
 — *nitidulum* [Gemeiner Schildfuß] 33* 37 35* 460 t
Chaetodermatidae 33 f 460 t
Chaetognatha [Peilwürmer] 266 ff 267* 271* 411 491 t
Chaetopleura papilio 41 461 t
Chaetopleuridae 461 t
Chama gryphina [Schuppige Hufmuschel] 173 484 t
 — *gryphoides* [Mittelländische Hufmuschel] 168* 173 484 t
Chamelea gallina 485 t
Chamidae [Hufmuscheln] 168* 173 484 t
 Chamisso, Adelbert von 448
Chamoidea 484 t
 Chanley, P. 146
Charitometridae 289 492 t
Charcotiidae 480 t
Charonia [Tritonshörner] 86 468 t
 — *lampas* [Trompetenschnecke] 86 468 t
 — *tritonis* [Gemeine Tritons-horn] 55* 86 468 t
Charychium minimum [Zwerg-hornschnecke] 107 472 t
Cheila equestris [Dragonerkappe] 82 466 t
Cheilostomata [Lippenmünder] 233* 239 242 245 f 247* 250 f 255 490 t
 Chemische Reizaufnahme 58
 Chemische Reize 363
 — Sinnesorgane 51 443
 Chemischer Sinn 194 200 426
Chilina fluctuosa 105 472 t
Chiliniidae 101 105 472 t
Chilodroma lapidea 476 t
 Chinesenhut [Calyptrea chinensis] 82
Chione gallina 485 t
Chiridota 313 494 t
Chiridotidae 313 494 t
Chiropsis mega 488 t
Chiroteuthidae 488 t
Chiroteuthis veranyi [Angler-kalmar] 197* 211 488 t
 Chitin 227 f 232 239 f 247 249 255 257 260 265 419 430
 Chitinblatt 206
Chiton barnesi 40 461 t
 — *nigrovirens* 40 461 t
 — *olivaceus* [Mittelmeer-Chiton] 36* 40 461 t
 — *tuberculatus* [Westindischer Chiton] 40 40* 461 t
 Chitonon 40
Chitonidae 39 f 461 t
Chlamydephoridae 474 t
Chlamys 155 482 t
 — *opercularis* 154 482 t
 — *varius* [Bunte Kammschnecke] 141* 154 159* 482 t
Chondrina avenacea [Haferkornschnecke] 109 473 t
Chondrinidae [Windelschnecken] 108 473 t
Chondropomidae 68 464 t
Chondrus crispus 61
 Chorda dorsalis [Rückensaite] 413 432 ff 439 f 443 ff 451 f 454
 Chordata [Chordatiere, Rückgrat-tiere] 409 411 ff 431 ff 434 f 439 ff 447 453 501 t
 Chordatiere [Chordata] 431 ff 434 f 439 ff 447 453 501 t
Choriaster granulatus 379* 498 t
Choriaplacidae 461 t
Chromatophoren [Farbzellen] 195 f 440
 Chromosomen, Zweigestaltigkeit 88
 Chun, Carl 191 208 216
Cidaridae [Lanzenseigel] 330 330* 334* 336* 344 349 355 495 t
Cidaris cidaris [Lanzeneigel] 330 350 355 495 t
Cidaroida [Lanzenseigel] 283 327 495 t
Ciliata [Wimpertierchen] 321 350 381
Cinellidae [Achatschnecken] 108 473 t
Cingulopsidae 75 465 t
Cingulopsis fulgida 75 465 t
 Cione 435 501 t
 — *intestinalis* 444 501 t
Cionella lubrica [Glatte Achat-schnecke] 108 473 t
Cionellidae [Achatschnecken] 108
Cionelloidea 473 t
Cionidae 501 t
Circulus striatus 75 464 t
Cirrata [Zirrenträger] 198* 201 215 f 488 t
Cirrothauma murrayi [Blinder Wunderschirm] 198* 215 f
 — *muelleri* [Arktischer Wunder-schirm] 198* 215 488 t
Cirroteuthidae 190 488 t
Cirroteuthis muelleri [Arktischer Wunderschirm] 215 488 t
Cirsotrema communatum [Lamellen-Wendeltreppe] 78 466 t
Cladohepatica [Fadenschnecken] 118 127 129 133 f
Clausilia parvula [Zierliche Schließmundschnecke] 110 474 t
Clausiliidae [Schließmund-schnecken] 94* 110 f 473 t
Clausilioida 110 473 t
Clausium [Verschlußplatte] 110
Clavagella [Rauchfangmuschel] 185 178* 486 t
 — *aperta* 178* 185 486 t
Clavagellidae 184 486 t
Clavagelloidea 486 t
Clavatulula pusio 469 t
Clavelina 441* 450 501 t
 — *lepadiformis* 501 t
Clavelinidae 501 t
Clavus maravignae 92 469 t
Cleidotherium 183
Cleoprocata 480 t
Clidonophora chuni 264 491 t
Clio pyramidata 79* 102 471 t
Cione limacina [Walaat] 90* 125 477 t
Cionidae 125 f 477 t
Cliopsidea 125 f 477 t
Cliopsidea krohnii 477 t
Clypeaster 337 496 t
Clypeasteridae 337 496 t
Clypeasteroidea [Sanddollars] 327 332 337 340* 340 f 343 346* 351 ff 355 407 496 t
 Cnidien [Nesseltierkapselfen] 133
Coccolithophoridae 453
Coccolinacea 462 t
Cocculinidae 59 462 t
Cochlicopa lubrica 473 t
Cochlicopidae [Achatschnecken] 473 t
Cochlodina laminata [Glatte Schließmundschnecke] 89* 110 474 t
Cochlostoma henricae [Schlanke Turmdeckelschnecke] 63 463 t
 — *septemspirale* [Gefleckte Turm-deckelschnecke] 63 463 t
Cochlostomatidae [Turmdeckel-schnecken] 63 463 t
Coelenterata [Hohltiere] 32 226 275 396 f 440
 Coelom [Leibeshöhle, sekundäre Leibeshöhle] 212 212 226 230 261 263 266 276 ff 286 f 298 307 319 ff 363 f 392 f 409 f 414 419 f 422 f 425 f 430 ff 439
 Coelometamerie 23 48
 Coelomprodukte 31 425 f
 Coelomoporen [Leibeshöhlen-öffnungen] 409 f 430
Coeloplana astericola 381
Coelopleurus 330* 339 495 t
 — *floridanus* 331 495 t
 Coenocidium 421
Colobocentrotus 327 332 338 496 t
 — *pedifera* 332 336*
Colobometra 289 492 t
Colobometridae 289 492 t
Columbella rustica [Gewöhnliche Birnschnecke] 88 468 t
Columella [Spindel] 51
 Colus 88 469 t
 — *gracilis* [Röhrenhorn] 88 469 t
Comantheria 288 492 t
 — *gadiculus* 296 492 t
Comanthus 281* 288 492 t
 — *japonicus* 297 492 t
Comaster 288 492 t
Comasteridae 287 f 295 492 t
Comasterina 288 492 t
Comatella 288 492 t
Comatula 288 492 t
Comatulida [Haarsterne] 81 274 ff 282* 283 285 ff 286* 287 288 ff 292* 293 ff 294* 297* f 304* 324 354 363 407 492 t
Comissia 288 492 t
Concha [Schalenplatte] 38 f 41 48 126
 »Concha venerea« 84
Conchifera [Schalenweichtiere] 20 23 23* 28 43 ff 47 f 50 136 146 189 461 t
Conchyliden 43
Conger conger [Meeraal] 204 219
Conidae [Kegelschnecken] 73* 87 95 374 470 t
Conoidea [Giftzüngler] 92 469 t
Conus geographus 470 t
 — *marmoreus* [Marmorkegel] 56* 95 470 t
 — *textile* 470 t
 — *ventricosus* [Mittelländische Kegelschnecke] 95 96 k 470 t
Copepoda [Hüpfertlinge, Ruder-füßer] 295 299 321 350 381 398 402 451
Coralliophaga lithophagella 171 483 t
Coralliophila lamellosa 88 468 t
Corallium rubrum [Edelkoralle] 31 83 f 88
Corambe testudinaria 478 t
Corambidae 478 t
Corbula [Korbmuscheln] 177* 181 485 t
 — *gibba* [Korbmuschel] 181 485 t
 — *mediterranea* [Mittelländische Korbmuschel] 181 485 t
Corbulidae 181 485 t
Corculum cardissa 174 484 t
Cordylolophora 133
 Cori, Carl 237 247
Corillidae 110 474 t
Corolla 102
 Corona [Seeigelschale] 283
 — *ciliata* [Wimperschleife] 266 ff
Corophium insidiosum 245
Coryphella lineata [Linienfaden-schnecke] 133 480 t
 — *verrucosa* [Rotrückige Faden-schnecke] 133
Coryphellidae 133 480 t
Coscinaria 259 481 491 t
Coscinasterias 384 499 t
 — *tenuispina* [Dornenstern] 366 387 499 t
Cosmiometra 289 482 t
 Costa 453
Cranchia scabra [Wurziger Gallertkalmar] 212 488
Cranchiidae [Gallertkalmare] 191 211 f 488 t
Crania anomala 264 f 491 t
Craniidae 265 491 t
Craspedopoma lyonietanum 63 463 t
Crassostrea angulata [Portugiesische Austern] 157 482 t
 — *gigas* [Riesenauster] 141* 157 482 t
 — *virginica* [Amerikanische Austern] 157 f 482 t
Cremnoconchus conicus 69 464 t
Crenilabium exilis 470 t
Crepidula fornicata [Pantoffel-schnecke] 46* 82 82* 466 t
Creside acicula 471 t
Cribellossa 364 373 497 t
Crinoidea [Seelilien und Haar-sterne] 276* 279 285 492 t
Crisia eburnea 241* 255 490 t
Crisiidae 255 490 t
Cristatella mucedo 241 254* 258 491 t
Cristatellidae 257 491 t
Crossaster papposus [Stachel-sonnenstern] 366 374 381 384 386* 388 498 t
Cryasteridae 498 t
Cryptochiton stelleri [Große Mantel-Käferschnecke] 36* 41 461 t
 — *larvaeformis* 36* 42 461 t
Crystallorhynchus [Gemeiner Schildfuß] 460 t
Ctenidien [Fiederkiemen] 19 21 30 32 32* 33 37 40* 53 58 67 96 98 102 144 147 f
Ctenobranchie 62
Ctenodiscus australis 381
 — *crispatus* 497 t
Ctenodont Fiederkiemer [kamm-zähnige Fiederkiemer] 149
 — Zahnordnung [reihige Zahn-ordnung] 147
Ctenophora [Rippenquallen] 211 350 381
Ctenosculidae 83 467 t
Ctenosculum hawaiiense 83 467 t
Ctenostomata [Kamm-münder] 239 f 245 251 489 t
Cucumaria 306 316 319 323 493 t
 — *crocea* 319 493 t
 — *curata* 325 493 t
 — *frondosa* 318 324 493 t
 — *miniata* 312* 493 t

- Cucumaria planci* (Kletterholothurie) 301* 306 309 318 493 t
 – *tricolor* 311* 493 t
Cucumariidae [Seegurken] 309 319 322 350 493 t
Culcita [Kissensterne] 361 365 382 498 t
 – *schmideliana* 379* 386*
Cuspidaria rostrata 186 486 t
 – *typus* 178* 186 486 t
Cuspidariidae 186 486 t
Cuthonidae 133 480 t
 Cuviersche Organe, Cuviersche Schläuche 322
Cyclophoridae 63 463 t
Cyclophoroidea 63 463 t
Cyclostoma elegans 469 t
Cyclostomata [Engmünder, Rundmäuler] 255 432
Cyclostrema nitens 463 t
Cyclostrematidae p. p. 60 463 t
Cylindrobulla fragilis 101 471 t
Cylindrobullidae 471 t
Cylindrobullioidea 471 t
Cylindrus obtusus 117 117* 476 t
Cymatiidae 468 t
Cymbium papillatum [Ohrenwalze] 92 469 t
Cymbulia peroni 102 471 t
Cymbuliidae 102 471 t
Cyphonautes 246 253*
 – *compressus* 246
Cyphonauteslarve 246 f 250 f
Cypraea 467 t
 – *aurantium* [Orangen-Porzellanschnecke] 84 467 t
 – *pantherina* [Panterschnecke] 84 467 t
 – *tigris* [Tigerschnecke] 55* 72* 84 467 t
Cypraeacassis rufa 86 468 t
Cypraeidae 84 467 t
Cypraeoidea [Porzellanschnecken] 72* 83 92 467 t
Cyprinoidea 483 t
Cyrtocrinida 286 288 493 t
Cyrtonebellidae 461 t
Cystid 237* 238 240 242 245 f 248 251 f 255 ff
Cystoidea [Beutelstrahler] 280
Cytoseira 60
Cythara [Zitherschnecken] 95 469 t
 – *albida* 95 469 t
 – *taeniata* 95 469 t
Cytheridae [Treppenschnecken] 92 95 469 t
- Dachsteinmuscheln 147
Dactylochirotia 309 493 t
 Darm 22
 Darmblindsäcke 363 ff 383 412
 Darmgefäßsystem 308
 Darmakunengeflecht 308
 Darwin, Charles 245
 Dattelmuschel [*Pholas dactylus*] 181 486 t
Daudebardia [Raubglanzschnecken] 115 475 t
 – *brevis* 115 475 t
 – *rufa* [Raubglanzschnecke] 89* 115 475 t
 Dauerformen [Statoblasten] 240* 249 252 256 ff
 Davidsharfe [*Harpa ventricosa*] 73* 92 469 t
 Dawydoff 422
 Decabrachia [Zehnarmlige Tintenschnecken] 195 201 209* 213 221 487 t
Decametra 289 492 t
- Deckel [Aptychen] 24 97
 Deckelverschlus 108
 Deckelplättchen 392
 Deckschicht [Epithel] 266 f 410 ff 415
 – [Periostracum] 44 117 152
Deima 310 494 t
 – *blackei* 81
 – *validum* 302*
Deimatidae 310 494 t
Delima itala [Südliche Schließmundschnecke] 110 474 t
 Delphine 192 204
 Delphinschnecke [*Angaria delphinus*] 60
Demiotheia 421
Dendraster excentricus 337 354
Dendrosteridae 337 496 t
Dendrochirota 306 308 f 316 f 319 324 493 t
Dendrochirotida 309 493 t
Dendrodoxa grossularia 502 t
Dendrodoxidae 131 479 t
Dendrodoris 131 479 t
 – *grandiflora* 131 479 t
 – *limbata* 131 135 479 t
Dendronotidae 132 479 t
Dendronotoidei 130 f 479 t
Dendronotus arborescens [Bäumchenschnecke] 113* 132 479 t
Dentalia [Zahnschnecken] 136
Dentaliidae [Elefantenzähne] 136 138 143 481
Dentalium [Elefantenzahn] 138 143 374 481 t
 – *dentale* 26* 138 481 t
 – *entale* 138 481 t
 – *rectum* 138 139* 481 t
 – *vulgare* [Gemeiner Elefantenzahn] 138 139* 481 t
 Dentikel [Zähnen] 34
 Denton, E. 202
Deroceras [Ackerschnecken] 115 475 t
 – *agreste* [Ackerschnecke] 89* 94* 115 475 t
 – *laeve* [Wasseregelschnecke] 94* 115 475 t
 – *reticulatum* 115 475 t
Desmopteridae 102 471 t
Desmopterus cirroptera 102 471 t
 – *papilio* 102 471 t
Desmoteuthis pellucida 197* 212 488 t
 Desoxyribonucleinsäure (DNS) 440
 Detritus [organischer Abfall] 49 59 148 295
Deuterostomia [Neumünder] 226 226* 263 266 271 273 409 f 431
 Deutsche Valdivia-Tiefsee-Expedition 212
Devonia perrieri 172 484 t
 – *semperi* 172 484 t
Diaccia trispinosa 471 t
Diadema 339* 351 495 t
 – *antillarum* [Diademseeigel] 350 495 t
 – *setosum* 331 336* 344 495 t
Diademataceae 330 495 t
Diadematiidae [Diademseeigel] 327 331 336* 344 350 ff 354 f 354 f 495 t
Diadematoidea 330 495 t
 Diademseeigel [Diatematiidae, *Diadema antillarum*] 327 331 336* 344 350 ff 354 f 495 t
 Diagenese 24
Diana diaphana 470 t
Diaphana glacilis 101 471 t
 – *minuta* 101 471 t
- Diaphanidae* 101 471 t
Diaphanoidea 101 471 t
Diatomidae 465 t
Diastopora patina 255 490 t
Diastoporidae 255 490 t
Diatomeen [Kieselalgen] 39 49 137 229 238 261 295 317 343 f 373 377 396 f 419
Diazona 444 501 t
 – *violacea* 501 t
Diazonidae 501 t
Dibranchiata [Tintenschnecken] 21 27 44 124 134 189 ff 194 195 f 199 ff 204 206 212 214 f 218 221 487 t
 Dicke Flußmuschel [*Unio crassus*] 164 483 t
 Dickhornschnecke [*Cantharus d'orbignyi*] 88 468 t
Dictyota 256
Dicymida 201
 Dimorphismus der Samenzellen [Zweiggestaltigkeit der Samenzellen] 63
 Dinoflagellaten 295
Diodora [Schwellenschnecken] 57 462 t
 – *graeca* [Europäische Schwellenschnecke] 57 462 t
 – *italica* [Mittelländische Schwellenschnecke] 45* 57 462 t
Diotocardia [Altschnecken, Schildkiemer] 45* 53 59 61 f 462 t
 Diplacophora 27
 Direktes Stemm-Schieben 52
 Dircuidae 480 t
 Discoidalfurderung 201
Discus perspectivus [Gekielte Scheibenschnecke] 112 474 t
 – *rotundatus* [Gefleckte Scheibenschnecke] 112 474 t
 – *ruferatus* [Braune Scheibenschnecke] 112 474 t
 Dissepimente [Trennungswände] 425
Distomum macrostomum 109
 Ditaxonische Wellenfolge 59
Divaricella divaricata 172 484 t
 DNS [Desoxyribonucleinsäure] 440
Docoglossa [Balkenzügler] 57 59 462 t
Docoglosse Radula [Balken-Raspelzunge] 57
 Dohrn, Anton 218
Dolabella 124 477 t
 – *scapula* 90* 124 477 t
 – *termidi* 125 477 t
Doliioidea 468 t
 Doliolalarvale 320 f
Doliolida [Tonnensalpen] 445 448 451 502 t
Dolioliidae 502 t
Doliolum denticulatum 451 502 t
 – *muelleri* 451 502 t
Dolacidae 179 485 t
Dolium gatea 468 t
Donax trunculus [Sägezahn] 179 485 t
Dondice banyulensis 25* 480 t
 Donnerkeile 27
 Donnersteine 27
 Doppelampulle 365
 Doppellippe 189
 Doppelschildfüßer [*Prochaetoderma*] 460 t
Doratosopsis vermicularis 197* 211 488 t
Dorcasidae 110 474 t
Dorididae 130 478 t
- Doridoidea* 478 t
Doridoidei 130
Doridoxa ingolfiana 130 478 t
Doridoxidae 130 478 t
 Dornestern [*Coscinasterias tenuispina*] 366 387 499 t
 Dornige Herzmuschel [*Cardium echinatum*] 174 484 t
 Dornsepie [*Sepia orbignyana*] 205 487 t
 Dorsche 191 206
 Dorsoventralmuskulatur [Rücken-Fuß-Muskeln] 19 22 32 37 f 50
Dorymenia vagans [Walzen-Furienfuß] 31 460 t
Doto 132 479 t
 – *coronata* 132 479 t
Dotonidae 132 479 t
 Dragonerkappe [*Cheila equestris*] 82 466 t
 Dredsche [Schleppnetz] 304
 Drehung [Torsion] 51 ff
 Dreieckige Trogmuschel [*Spisula subtruncata*] 180 485 t
 Dreiecksmuschel [*Dreissena polymorpha*] 171 484 t
 Dreikant-Wurmschnecke [*Bivonia triquetra*] 76 465 t
Dreissena polymorpha [Gemeine Wandermuschel] 26* 142* 171 171 k 484 t
Dreissenidae [Wandermuscheln] 171 484 t
Dreissenioidea 484 t
 Dressurfähigkeit 200
Drillia matavignae 469 t
 Dritte Leibeshöhle 363 f
 Drosseln 109
 Drückerfische 350
 Drüsen 22 190 228 414 430
 Drüsenabsonderungen 228
 Drüsenfeld 420
 Drüsenflüssigkeit, leuchtende 199
 Drüsenstoffe 181 189
 Drüsenzellen 44 247 250 270 296 341 361 363 382 399 419 454
 Dunkel, Ulrich 175
 Dunkle Pfeilschnecke [Zonitoides nitidus] 475 t
Duvaucella gracilis 479 t
Duvauceliidae 479 t
- Ecardines [Schloßlose Armfüßer] 260 264 265 491 t
Echinacea 330 f 495 t
Echinarachniidae 337 496 t
Echinarachnius parma 337 340 348* 496 t
Echinaster 383
 – *luzonicus* 365 498 t
 – *sepositus* [Purpurnestern] 365 370* 384 387 498 t
Echinasteridae 365 498 t
Echinidae 332 352 355 496 t
Echinocardium 340 ff
 – *cordatum* [Herzigel] 172 338 340* 341 341* 343 348* 354 f 497 t
Echinocucumis 309 316 493 t
Echinocyamus pusillus [Schildigel] 343 496 t
Echinodermata [Stachelhäuter] 81 226* 272* 274 f 274* 285 287 290 293 295 299 328 348 361 363 376 f 381 387 391 ff 395 f 399 401 f 407 ff 411 415 417 492 t
Echinodiscus auritus 337 496 t
Echinoida 332 496 t
Echinoidae [Seeigel] 49 172 261 272* 274 ff 275* 276* 283 300

- 326 ff 326* 330* 336* 348* 351*
366 373 f 376 383 396 f 400 495 t
Echinolampadidae 337 496 t
Echinometa mathaei 332 355
496 t
Echinometridae 332 496 t
Echinoneidae 332 496 t
Echinopleuteus (Seigellarve) 344
Echinosis (Poutalesia) para-
doxa 348*
Echinospiralärve 83
Echinostrephus 332 340 496 t
– *aciculatus* 342*
Echinothrix 331 351 f 495 t
Echinothuriidae (Lederseeigel)
327 329* 330 336* 351 f 356
495 t
Echinozoa 283
Echinus esculentus (Eßbarer
Seeigel) 332 336* 342 f 350
354 f 496 t
Echte Achatschnecke (*Achatina*
achatina) 89* 94* 111 474 t
– Lochschnecke (*Fissurella*
nubecula) 57 462 t
– Samtmuschel (*Glycimeris*
pilosa) 150 481 t
– Sumpfschnecke (*Viviparus*
viviparus) 67 463 t
– Verkehrtsschnecke (*Triphora*
perversa) 77 465 t
Echter Schildfuß (*Scutopus*
ventrolineatus) 33 f 33*
– Sepiakalmar (*Sepioteuthis*
sepioidea) 207 487 t
Ectoprocta (Moostierchen) 238
Edelkoralle (*Corallium rubrum*)
31 83 f 88
Edentulina affinis 111 474 t
Edrioasteroidea 280 283
Egelschnecken (Limacidae) 115
475 t
Egestionsöffnung (Ausströmöff-
nung) 441 ff
Ehrenberg, Christian Gottfried
246
Eibl-Eibesfeldt, Irenäus 219
Eichel 410 412 ff 416 ff
Eicheldarm (Kragendarm) 413 ff
417 f
Eichelstiel 413
Eichelwurm, Anatomie 413*
Eichwürmer (Enteropneusta)
226* 409 411 412 ff 413* f 417*
420 422 426 427* 430 433 500 t
Ei-Entwicklung 416 418
Eier 23 32
Eier-Erzeugung (Seesterne) 377
Eifurchung, spirale 20 23 32
Eikapseln 83 83* 88 207
Eigentliche Salpen (Salpida) 445
446 ff 502 t
– Tintenschnecken (Sepioidei)
187* 201 202 206 487 t
Einbohren 354
Einfacher Doppelschildfuß
(*Prochaetoderma raduliferum*)
33* 37 460 t
– Zangenschildfuß (*Falcidens*
guttosus) 37 460 t
Einfachschalige Käferschnecken
(Lepidopleurina) 37 f 460 t
Eingerollte Zahnschnecke (*Heli-*
codonta obvoluta) 117 476 t
Eingeweidefische (Carapidae) 321
382
Eingeweidegefäß (Visceralgefäß)
442 445
Eingeweidesak 50 f
- Eingraben 315* 340 f 368 398*
Einschaler (Monoplacophora) 48
Einsichtiges Verhalten 200
Einsichtsfähigkeit 219
Einsiedlerkrebse 88 143 374
Einströmöffnung (Ingestions-
öffnung, Branchialsiphon) 441 f
Ein- und Ausströmöffnung 316
– – Ausströmröhre (Siphone)
144 147 ff 163 166 176 179 180 ff
184 ff
Einzahnige Laubschnecke (*Tro-*
chulus unidentatus) 476 t
Einzeller (Protozoa) 49 137 299
317
Einzeltiere 234* 251* 256 f
Eischalendrüse (Nidamental-
drüse) 189 199 205 212
Eishai 350
Eisseestern (Marthasterias
glacialis) 351 363 366 368 375
380* 387 499 t
Eitrauben 205* 225*
Eiweißchemie 273
Ekelstellung 249 f 250*
Ektoblast 454
Ektoneurales Nervensystem 277
287 307 329 363 392
Ektoproctes Bryozoon 240
Elasipoda 307
Elasipodidae 309 f 325 494 t
Electra 249 490 t
Eledone cirrosa 489 t
– *moschata* 220 489 t
Eledonella pygmaea 488 t
Elefantenzahn (*Dentalium*) 65/66*
138 143
Elefantenzähne (Dentaliidae) 136
138 143 481 t
Elektronenmikroskop 425
Eleutheromenia sierra 31 460 t
Eleutherozoa 283
Ellobiidae 107 f 472 t
Ellobioidea 472 t
Ellobium aurismidae (Midasohr)
107 472 t
Elpidia 310 494 t
– *glacialis* 310 325 494 t
Elpididae 310 494 t
Elysia viridis (Grüne Samt-
schnecke) 90* 127 477 t
Elysiidae 477 t
Emarginula cancellata (Gemeine
Ausschnittschnecke) 462 t
– *huzardi* (Mittelländische Aus-
schnittschnecke) 57 462 t
– *papillosa* (Knotige Ausschnitt-
schnecke) 462 t
Embletonia 134 480 t
– *pulchra* 133 480 t
Embryo (Keimling) 23 207* 242
245 ff 316 400 f
Embryonalentwicklung (Keim-
lingsentwicklung) 297 400 432
443
Embryonalschale 83 126
Ena montana (Berg-Vielfraß-
schnecke) 80* 109 473 t
Enddarm 439
– – Anhangdrüse (Rektaldrüse)
136
Endoceras 24
Endocochlia 23*
Endodontoidea 474 t
Endostyl (Hypobranchialrinne)
435 446 f 454
Englandina rosea 111 474 t
Engmünder (Stenostomata) 238*
239 241 245 f 251 255 490 t
- Enidae 109 473 t
Enoplateuthidae 208 487 t
Ensis ensis (Schwertmuschel) 180
485 t
– *siliqua* (Taschenmessermuschel)
177* 180 485 t
Entalia (Zahnschnecken) 136
Entalina 143 481 t
– *quinquangularis* 143 481 t
Entenwal 191
Enterogona 440 444 501 t
Enteropneusta (Eichelwürmer)
226* 409 411 412 ff 413* f 417*
420 422 426 427 430 433 500 t
Enteroxenidae 466 t
Enteroxenos östergreni 81 466 t
Entfernungseinstellung (Akko-
modation) 200 217
Entfernungsmessung 58
Entoblaststrang 452
Entocolax ludwigi 81 466 t
Entoconcha mirabilis 46* 81 466 t
Entodontidae (Scheibenschnecken)
111 466 t
Entodontoidea 112
Entovalva mirabilis 172 484 t
– *semperi* 484 t
Entwicklung 23 44 434 440
– des Einzeltiers (Ontogenie) 201
–, gleichsinnige (Konvergenz) 41
118 236
–, stammesgeschichtliche 23 284
Entwicklungsgeschichtliche Über-
einstimmung (Homologie) 236
Entwicklungsmerkmale 273
Entwicklungsphysiologie 344
Eynpiastes 313 315 494 t
Eocirnoidea 280
Eoichinus chloroticus 351
Eothuria 283
Epibranchialrinne 435 454
Epidermis (äußere Haut) 228 275 f
287 315 327 361 363 365 383
391 f 431
Epiphygnophoridae 475 t
Epimena verrucosa (Warziger
Furchenfuß) 26* 32 35* 138
460 t
Epiphygnophoridae 476 t
Epipodialtentakel (Anhänge der
Fußborste) 60
Epistom (Oberlippe) 228 f 231*
260
Epistomlamelle 261
Epithel (Deckschicht) 226 266 f
410 ff 415 454
Epitoniidae (Wendeltreppen-
schnecken) 78 466 t
Epitonioidae 466 t
Epitonium clathrus (Gemeine
Wendeltreppe) 46* 78 77*
466 t
Erato laevis 467 t
Eratoidae 467 t
Erblinden der Perlen 153
Erbsenmuscheln (*Pisidium*) 170
Ercolania coerules 128 478 t
Eremicaster pacificus 388 497 t
Erneuerungsfähigkeit (Regenera-
tionsfähigkeit, Regenerations-
vermögen) 353 402
Erotridae 83
Eronea pyrum 467 t
Ersatzbildungen 129
Ersatzkieme (Sekundärkieme) 102
125 130
Erschütterungsreize 415 f
Escharellidae 256 490 t
Eschscholtz 418
- Eselsohr des Midas (*Ellobium*
aurismidae) 107 472 t
Eßbare Auster (*Ostrea edulis*)
156 ff 179 482 t
– Herzmuschel (*Cardium edule*)
173 f 484 t
– Muscheln 149 151 153 f 265
– Perlboote 195
– Seegurken 322
– Seeigelkeimstöcke 351
Eßbarer Seeigel (*Echinus esculen-*
tus) 332 336* 342 f 350 354 f 496 t
Euasteroidea 364 497 t
Eubranchidae 133 480 t
Eubranchius tricolor 120* 133
480 t
– *pallidus* 133 480 t
Eucidaris tribuloides 334*
Euclasteridae 364 366 498 t
Eucoboria diaphana (Ohrförmige
Glasschnecke) 112 475 t
Euconulidae 115 475 t
Euconulus fulvus (Konische
Glanzschnecke) 115 475 t
Eudendrium ramosum 134
Eudiocrinus 289 492 t
Euechinoidea 326 330 495 t
Eugyra arenosa 502 t
Eukopleuridae 502 t
Eukrohnia 267 491 t
Eukrohnia fowleri 267 491 t
– *hamata* 267 268 271* 491 t
Eulamellibranchia (Blattkiemer)
144 f 145* 147 155 163 166 179
183 482 t
Eulamellibranchien (Netzkie-
men, Blattkiemen) 145 155 f
Eulima incurva 81 466 t
– *perminima* 81 466 t
Eulimella laevis 101 471 t
Eulimidae 78 81 466 t
Eulimoidae 78 101 466 t
Eulota fruticum 475 t
Euphronides 302* 310 494 t
– *tanneri* 302*
Eupygurus pacificus 81
Eupyrgidae 313 494 t
Eupyrgus 313 494 t
Europäische Auster (*Ostrea edu-*
lis) 142* 156 f 482 t
– *Gastrochaena* (*Gastrochaena*
edulis) 17* 181 181 k 485 t
– *Kelliella* (*Kellyella militaris*)
170 483 t
– Schwellenschnecke (*Diodora*
gracca) 57 462 t
– Stachel-Käferschnecke (*Acan-*
thochiton fascicularis) 36* 41
41 k 461 t
Euthecosomata 471 t
Euthynera (Geradnervige
Schnecken) 50 ff 75 95 ff 123 f
128 470 t
Evasterias troschelii 374 f 499 t
Exkreme 442
Exkrete 442
Exogastrisch 193
- Facelina coronata* 480 t
– *drummondii* (Brauntona Faden-
schnecke) 104* 114* 120* 134
480 t
– *rubrovittata* 480 t
Facelinidae 134 480 t
Facettenaugen (Netzaugen) 150
Fächer-Raspelzunge (rhypidoglossae
Radula) 57 59 61*
Fadenkiemer (Filibranchia) 135
144 145* 147 149 155

- Fadenschnecken (Cladohepatica)
118 127 129 133 f 480 t
- i. e. S. (Aeolidioidea) 133 134
480 t
Fadenwürmer 250 325
Fagotia acicularis 77 465 t
- esperi 77 465 t
Falcidens 34
- crossotus (Gemeiner Zangen-
schildfuß) 32* 33* 33 k 34 37
460 t
- guturosus (Einfacher Schild-
fuß) 37 460 t
- loveni (Lovens Zangenschild-
fuß) 35* 460 t
- sagittiferus 34 460 t
Falsche Thracie (Ixartia distorta)
184 486 t
- Turmschnecke (Aclis supraniti-
da) 78 466 t
Falscher Amerikanischer Kissen-
stern (Patiria minata) 373
Falten (als Kiemensatzbil-
dungen) 30
Faltenkieme 96 123 125
Fangapparat 267 296 453
Fangarme 27 189 ff 195 f 201 f
203 ff 206 208 f 210 ff 213* 215 ff
221 286 f 295 f 298 305 ff 314
317 ff 324
Fangeinrichtung 247
Fangfäden (Captacula) 136 f
Fanghaken 266 268 268*
Fangorgane 125 211 258
Fangrinne 296
Farb. p. 116
Farbabweichungen 40
Farbänderungen 40
Farben 130
Farbanspiel 203 f
Farbpigmente 361
Farbstoff 39 f 83 135 218 230 247
285 361 391 435
Farbstoffwolke 78
Farbunterschiede 130 190
Farbvariationen 291* 345*
Farbwelle 203
Farbzeichnungen 285
Farbzellen (Chromatophoren)
195 f 440
Farella 250 490 t
Fasciolaria lignaria (Mittelländi-
sche Spindelschnecke) 91 469 t
Fascioliidae (Spindelschnecken)
91 469 t
Fasciole 341
Fasernetz 420
Faschnecke (Tonna galea) 55* 86
468 t
Faschnecken (Tonnidae oder
Doliidae) 468 t
Faswindelschnecke (Orcula fuch-
si) 109 473 t
Favorinidae 134 480 t
Favorinus 134 480 t
- branchialis 120* 134 480 t
Fechterschnecke (Strombus gigas)
55* 83 467 t
Federkiemschnecken (Valvati-
dae) 67 70 75 464 t
Federkiemer (Notaspidea) 478 t
Federsterne (Comatulida) 285 288
300 492 t
Feilenmuscheln (Limidae) 149
154* 155 f 160* 163 489 t
Fellodistomum fellis 401
Fellschnecke 117
Felsen-Strandschnecke (Littorina
saxatilis) 68 464 t
Fermente 199 414 425 442
Fermentstiel 69 76 82 144 f
- Ferrissinae 107 472 t
Ferrussciidae 474 t
Festsitzende Stachelhäuter (Pel-
matozoa) 284
Fette 363
Feuerwalzen (Pyrosomatida) 445*
445 ff 451 502 t
- Anatomie 445*
Fibrillen (Muskelfasern) 196
Fibulariidae 337 496 t
Fiederchen (Pinnula) 286 ff 293 ff
299 f
Fiederkiemen (Ctenidien) 19, 21
30 32 32* 33 37 40* 53 58 67 96
98 102 144 147 f
Fiederkiemer (Protobranchia)
144 ff 145* 147 147 ff 185
-, kammzähnlige (Ctenodontae) 149
Fiederzüngler (Ptenoglossa) 77 f
466 t
Filamente 213
Filibriaria (Fadenkiemer) 135
144 145* 147 149 155 423 t
Filterer 175 182 185
Fimbria fimbria (Schleierschnek-
ke) 113* 132 479 t
Fimbridae 479 t
Finellidae 465 t
Fiona pinnata 134 480 t
Fionidae 134 480 t
Firolloidea demarestia 85 467 t
Fische 32 129 132 143 165 f 191
200 203 ff 210 235 269 321 f 350
352 376 382 402 416 431 f
Fischmehlherstellung 207
Fissidentulum plurifissuratum
137 137* 481 t
- vernedi 143 481 t
Fissurella (Lochsnecken i. e. S.)
57 462 t
- nubecula (Echte Lochschnecke)
57 462 t
Fissurellidae (Lochsnecken) 57
58* 462 t
Flabellina affinis (Violette Faden-
schnecke) 114* 134 480 t
Flabellinidae 134 480 t
Flabellinoidea 134 480 t
Flaccisagitta enflata 267 269 f
721* 492 t
- gazella 268 f 492 t
Flache Teichmuschel (Pseudoan-
donta complanata) 165 483 t
- Tellerschnecke (Planorbis cari-
natus) 106 472 t
Flagellum 221
Flankenkiemer (Notaspidea) 96
103* 123 128 478 t
Flecht-Erzeugnisse 154
Fleckenmuschel (Musculus mar-
moratus) 140* 150* 152 481 t
Fleischesser 185
Flexibilia 280
Fliegender Kalmar (Stenoteuthis
bartrami) 211 488 t
Flimmerepithel 435
Flimmergrube 31
Flimmerrinne 415
Flitterzellen (Iridocyten) 196 454
Flohkrebs (Amphipoden) 41 245
295 299 342 350 374 381
Flossen 191 201 205 f 210 212 ff
267 443 452 f
Flossensaum 191 203 315
Flügelkiemer (Pterobranchia)
409 ff 418 ff 426 433 500 t
Flügelnschnecken (Pteropoda) 23
102
- (Strombidae) 82 467 t
Flußkugelmuschel (Sphaerium
rivicola) 169 483 t
- Flußmuscheln (Unionidae) 164
166 169 483 t
Flußpanschnucken (Ancyliidae)
107 472
Flußperlmuschel (Margaritana
margaritifera) 142* 153 163 f
164* 483 t
Flußschwimmmschnecke (Theodo-
xus fluviatilis) 45* 61 61* 463 t
Flustra (Blättermoostierchen) 241
490 t
- foliacea (Blättermoostierchen)
254* 255 490 t
Flustrella 245 489 t
- hispida 251 489 t
Flustrellidae 251 489 t
Flustridae 256 490 t
Foraminifera (Kammerlinge,
Lochschalentiere) 49 137 261
295 317 343 373 396
Forcepiminea protecta 32 460 t
Forcipulata (Zangenseesterne)
362 364 366 382 387 499 t
Form-Farbensinn 196
Forschungsschiffe 47 49
Fortbewegung 20 51 191
Fortpflanzung 22
Fortpflanzungsverhalten 376
Fortpflanzungsweise (Pantoffel-
schnecke) 82
Fortpflanzungszeit 376 f
Fossariidae 466 t
Fossarus costatus 82 466 t
Fossilfund 23
-, neue 280 283 f
Fossilien 48 52 270 279 411
Fredericella sultana 257 491 t
Frenulata 422 501 t
Frenulum 423 f
Freyella 366 498 t
- echinata 386*
- remex 361 498 t
Friesenkopf (Gibbula cineraria)
60 463 t
Fromia ghardaqana 369*
Frühjahrskolonie 252
Fruticicola villosus 476 t
- fruticum 475 t
Fruticicolidae 475 t
Fucus (Ledertang) 241 256
Fühler 193 226 ff 230 ff 235 f
237 ff 241 245 249 ff 257 f 260 ff
412 419 f 422 ff 425 f 430
Fühlerarme 146 231 260 f 263 265
Fühlerartiger Fortsatz des Man-
telraums (Palliocoecum) 101
Fühlerfortsätze (Pinnulae) 423
425 f
Fühlergefäße 410
Fühlerkranz 229 232 238 245 441
Fühlerkranziere (Tentacula, Lophophorata) 226 226* 489 t
Fühlerkrone 227 230* 230 ff 235
237* 237 ff 240* 242 245 f 246*
248 250 258 260 f 262
Fühler nerven 426
Fühlerreihen 229 238
Fühler-[Tentakel]-Abschnitt 410
Fühlfäden 270
Fujitara 352
Fünfeckstern (Asterina gibbosa)
364 f 367 376 378 384 387 498 t
Fünfstrahligkeit 275 279 f
Fünfstrahlig-radialsymmetrisch
275 ff 279 f 298 320
Fünftellige Leibeshöhle 410 f
Funikulus 239
Furchenfüßer (Solenogastres) 20
23 29 29* 30 ff 31* 32 ff 35* 41
49 65/66* 118 133 149 460 t
Fusinus rostratus 91 469 t
- Fuß 21 f 33 f 37 44 54 81 f 91 96
102 105 108 124 126 f 129 136 f
143 145 f 148 151 156 163 166
169 ff 174 176 179 f 183 ff 188
- als Schwimmmorgan 125
-, längsgesteilter 59
-, Lappenbildung 81
Füßchen 276 278 f 306 ff 314 319 f
328 f 338* 339 341 343 349 352 f
362 ff 373 ff 382 f 391 ff 396
400
Füßchen-Ampullen-System 307
Füßchenkanäle 306
Füßchenporen 392
Fußdrüsen 51 76 118
Fußfurchen 31 f
Fußlappen (Parapodien) 25* 52
97 f 102 118 124 126
Fußlose (Apoda) 306 ff 313 316 f
499 t
Fußoberseite, Anhänge (Epipo-
dientakel) 60
Fußquerleisten (Soleolae) 123
Fußschild 32 f 37
Fußwurzeldrüse (Byssusdrüse) 143
Fustaria rubescens 138
- stenochizum 137 137* 481 t
- Gadinia garnoti 471 t
Gadiniidae 471 t
Gaimardia trapezina 171 483 t
Gaimardiidae 171 483 t
Gaimardioida 483 t
„Galathea“ (Forschungsschiff) 47
49
- Expedition 325
Galathea limn 423 501 t
Galathea thuria 315
- aspera 310 494 t
Galba palustris (Sumpfschnecke)
80* 106 472 t
- trunculata (Kleine Schlamm-
schnecke) 86 472 t
Galeodea echinophora (Helm-
schnecke) 86 468 t
Galeodidae 469 t
Galeomma turtoni 172 484 t
Gallerthülle 217
Gallerthkalmare (Cranchiidae) 191
211 f 488 t
Gallert-Moostierchen (Acyonidi-
um gelatinosum) 234* 251 489 t
Gallerstiel 52
Galleriidae 498 t
Ganglion (Nervenknoten) 249 392
439 442 444 446 ff 452
Gänseblümchen-Schlangenstein
(Ophiopholis aculeata) 394 407
499 t
Gänsefußstern (Anseropoda pla-
cata) 361 365 368 374 384 385*
387 498 t
Garnelen 210 299 350 374
Gartenschnecke (Cepaea hortens-
is) 94* 117 476 t
Gartenwegschnecke (Arion hor-
tensis) 112 474 t
Gasaustausch, Gaswechsel 278 287
432 434
Gasteropertidae 97
Gasteropertion rubrum (Roter
Schmetterling) 26* 98 101 115-
470 t
Gasterosiphon deimatis 81 82*
466 t
Gastrea fragilis (Zerbrechliche
Tellmuschel) 179 485 t
Gastrium geographicum (Land-
karten-Kegelschnecke) 95 470 t
- textile (Netz-Kegelschnecke) 95
470 t

- Gastrochaena* 181 f 485 t
 – *dubia* (Europäische *Gastrochaena*) 177* 181 181 k
Gastrochaenidae 181 485 t
Gastrotrachalia (Bauchmarktiere) 266 271 325
Gastropoda (Schnecken) 19 ff 2323*
 27 f 31 43 f 47 ff 50 ff 85 137
 143 145 148 158 165 184 235 250
 257 ff 300 321 342 f 350 352 373 f
 376 381 ff 396 462 t
Gastrula (Bedierlarve) 263 344
 400
Gaumenbucht 412
Gebänderte Herzmuschel [*Cardium fasciatum*] 168* 174 484 t
 – *Mondschncke* [*Lunatia alderi*] 85 f 468 t
Gedächtnisleistung 219
Gefäßnetz 102
Gefäßsystem 420 422 426 435
Geflamme Olivenschnecke [*Olivella flammulata*] 56* 91 469 t
Gefleckte Scheibenschnecke [*Discus rotundatus*] 112 474 t
 – *Schnirkelschnecke* [*Arianta arbustorum*] 89* 116 116* 476 t
 – *Turmedelschnecke* [*Cochlostoma septemspirale*] 63 463 t
Gefleckter Seehase [*Aplysia dactylomela*] 476 t
Gefurchte Astarte [*Astarte sulcata*] 169 483 t
Gegenseitiges Stemm-Schieben [alternierendes Stemm-Schieben] 52
Gehäuse 24 27 f 51 59 ff 63 68 70
 75 ff 76* 81 83 ff 86 91 f 95 97
 101 f 106 108* 109 ff 116 ff 117*
 124 126 144 181 193 196 222 226
 228 f 248 257 259 261 275 283
 375 419* 421 452 f
 – *linksgewundenes* 77 118
Gehäusedeckel 135
Gehäuseschnecken 81 87
Gehirn 22 189 194 196 200 432
Gehirnausstülpungen 190
Gehirnblase 439 443 f
Gehirnkapsel 200
Gehstacheln 340
Geißeln 276
Geißelschopf 23
Geißeltierchen 238 453
Geißelzellen 262
Gekerbtschalige Käferschnecken [*Ischnochitonina*] 38 461 t
Gekielte Scheibenschnecke [*Discus perspectivus*] 112 474 t
 – *Tellerschnecke* [*Planorbis carinatus*] 106 472 t
 – *Turmschnecke* [*Archimediella triplicata*] 76 465 t
Gekrümmte Schnecken [*Streptoneura*] 50 ff 52* 53* 62
 75 77 87 96 462 t
 – *Schnecken*, Anatomie 53*
Gelber Glatfuß [*Nematomenia flavens*] 31 35* 460 t
Geld-Kaurischnecke [*Monetaria moneta*] 84 467 t
Gelenkflügel [Apophysen] 38
Gemeine Auster [*Ostrea edulis*] 156 482 t
 – *Ausschnittschnecke* [*Emarginula cancellata*] 462 t
 – *Bernsteinschnecke* [*Succinea putris*] 80* 94* 109 109* 473 t
 – *Blasenschnecke* [*Bulla striata*] 79* 97 470 t
Gemeine Bohrmuschel [*Pholas dactylus*] 181 f 486 t
 – *Erbsenmuschel* [*Psidium casertanum*] 170 483 t
 – *Flußmuschel* [*Unio crassus*] 164 483 t
 – *Flußnapfschnecke* [*Ancylus fluviatilis*] 80* 107 107 k 472 t
 – *Korbmuschel* [*Corbula gibba*] 177* 181 485 t
 – *Landdeckelschnecke* [*Pomatias elegans*] 46* 68 f 464 t
 – *Miesmuschel* [*Mytilus edulis*] 140* 151 481 t
 – *Napfschnecke* [*Patella vulgata*] 26* 58 58* 74* 462 t
 – *Netzreue* [*Hinia reticulata*] 56* 91 469 t
 – *Nußmuschel* [*Nucula nucleus*] 139 148 f 481 t
 – *Riesenschnecke* [*Achatina fulica*] 111 474 t
 – *Rißschnecke* [*Scissurella cirspata*] 54 57 462 t
 – *Sammelmuschel* [*Glycymeris glycymeris*] 139* 150 481 t
 – *Schiffbohrermuschel* [*Teredo navalis*] 177* 182 f 486 t
 – *Seenadelschnecke* [*Gourmya vulgata*] 46* 77 465 t
 – *Sepie* [*Sepia officinalis*] 191* 203 204* 224* 487 t
 – *Stachel-Käferschnecke* [*Acanthochiton communis*] 41 461 t
 – *Strandschnecke* [*Littorina littorea*] 68 71* 464 t
 – *Stumpfdeckelschnecke* [*Viviparus cinctus*] 46* 63 67 463 t
 – *Teichmuschel* [*Anodonta cygnaea*] 141* 164 165* 483 t
 – *Teppichmuschel* [*Venerupis perforans*] 176 485 t
 – *Treppenschnecke* [*Mangelia attenuata*] 95 470 t
 – *Turmschnecke* [*Turritella communis*] 76 465 t
 – *Venusmuschel* [*Venus gallina*] 176 485 t
 – *Wandermuschel* [*Dreissena polymorpha*] 26* 142* 171 171 k 484 t
 – *Wattschnecke* [*Peringia ulvae*] 63* 70 464 t
 – *Wendeltreppe* [*Epitonium clathrus*] 46* 77* 78 466 t
Gemeiner Felsenbohrer [*Hiatella arctica*] 177* 180 485 t
 – *Elefantenzahn* [*Dentalium vulgare*] 138 139* 481 t
 – *Hakenkalmar* [*Onychoteuthis banksii*] 188* 209 487 t
 – *Kalmar* [*Loligo vulgaris*] 188* 200 206 487 t
 – *Krake* [*Octopus vulgaris*] 192* 198* 217 f 219* 220 223* 224* 489 t
 – *Schildfuß* [*Chaetoderma nitidulum*] 33* 35* 37 460 t
 – *Seestern* [*Asterias rubens*] 364* 366 374 ff 381 384 385* 387 499 t
 – [*Asterias vulgaris*] 367 376 387
 – *Steinbohrer* 181
 – *Tintenfisch* [*Sepia officinalis*] 187* 191* 200 202 203 f 206 220 224* 487 t
 – *Tintenfisch*, verschiedene Färbungen 225*
 – *Zangenschildfuß* [*Falcidens crossotus*] 32* 33* 33 k 34 37 460 t
Gemeines Perlboot [*Nautilus pompilius*] 193 195 486 t
 – *Seeohr* [*Haliotis tuberculata*] 53 k 54 462 t
 – *Tritonshorn* [*Charonia tritonis*] 55* 86 468 t
Genabelte Maskenschnecke [*Iso-gnomostoma holosericum*] 117 476 t
Generationswechsel [Metagenesis] 439 444 ff 448 451
Genitalflügel [Genitallamellen] 416 f 422
Genitalleisten, *Genitallamellen*, *Genitalwülste* 416 ff 422
Genitalplatte 329 349
Genitalporus 430
Genitalseptum 267 270
Genitalstrang 277 279 364
Genitoconia [Stilet-Leistenfüße] 30 460 t
 – *rosea* [Rosafarbener Stilet-Leistenfuß] 30* 31 35* 460 t
Geodia 180
Geoplanidae [Landplanarien] 111
Gephyrothuria 313 494 t
Gephyrothuriidae 313 494 t
Gepunktete Nabelschnecke [*Naticarius stercusmuscarum*] 55* 74* 85 468 t
Geradnervige Schnecken [Euthyneura] 50 ff 65/66* 75 95 ff 123 f 128 470 t
Gerippte Grasschnecke [*Vallonia costata*] 109 473 t
Geruch 200
Geruchsfühler [Rhinophoren] 95 127 129 131 f
Geruchsorgan 137 194
Geruchssinn 88 220
Geschlechter, *Verschiedengestaltigkeit* [Sexualdimorphismus] 69
Geschlechtliche Vermehrung 247 258
Geschlechtsarm [Hektokotylus] 195 201 204 206 220 ff
Geschlechtsgänge [Conodukte] 30 33
Geschlechtsknospen 451
Geschlechtsöffnungen 364
Geschlechtsorgane 52 277 ff 329 392 402 411 442 451
Geschlechtsstrang [Genitalstrang] 364
Geschlechtsstiere [Gonozoiden] 241* 446 ff 451
Geschlechtsunterschied 205
Geschlechtsurknospen 451
Geschlechtszellen 22 364 376 393 399
Geschmack 200
Geschmacksarm 194
Geschmacksfühler 194
Geschmacksorgan [Subradularorgan] 136 290
Geschmackssinn 287
Geschwänzte Schwamm-Manteltiere [Appendicularia] 451 502 t
Geschwebe [Plankton] 102 232 235 246 261 264 268 f 295 f 300 305 316 f 320 324 344 354 381 397 ff 407 411 414 416 425 451
Gespaltenzähner 163
Gespaltenzähige Muscheln [Schizodonten] 142* 163 482 t
Gesprenkelte Weinbergsschnecke [*Helix aspera*] 117 475 t
Gestaltumwandlung [Metamorphose] 298 326 349 f 378 400 400* 440
 – *Gesteinsbohrer* 340 342*
Gestreifte Glanzschnecke [*Nesovitra hammonis*] 475 t
 – *Lyonsia* [*Lyonsia striata*] 183 t 486 t
Getreideschnecke [*Abida frumentum*] 109 473 t
Gewebe 391
Gewöhnliche Birnenschnecke [*Columbella rustica*] 88 468 t
 – *Herzmuschel* [*Cardium edule*] 168* 173 484 t
 – *Seenadelschnecke* [*Gourmya rupestris*] 77 465 t
 – *Strandschnecke* [*Littorina neritoides*] 68 464 t
 – *Weinbergsschnecke* [*Helix pomatia*] 116 476 t
Gewöhnliches Lanzettfischchen [*Branchiostoma lanceolatum*] 457 502 t
Geezeiten 158
Ghirardelli, E. 269
Gibberula claudestina 92 469 t
Gimmaria 92 469 t
Gibbula adriatica [Mittelländischer Schmuckkreisel] 60 463 t
 – *cineraria* [Friesenkopf] 60 463 t
 – *divariata* 60 463 t
 – *magus* [Knorriges Kreisel-schnecke] 60 463 t
 – *tumida* 60 463 t
Gibberulina 469 t
Gienmuscheln [Chamidae] 173 484 t
Gießkannenmuscheln [*Brechites*] 185 486 t
Gift 95 322 382
Giftblase 352
Giftdrüsen 92 327 352
Giftschalen 330 350
Giftzangen 327 f 331 338* 350 ff
Giftzüngler [Conoidea] 92 469 t
 – i. e. S. [Toxoglossa] 95
Gilpin-Brown, J. 202
Gladius [Schalenrest] 190 196 207 211 214 ff
Glandiceps 417 f 500 t
 – *abyssicola* 417 f 500 t
Glänzende Tellerschnecke [*Gyraulus laevis*] 106 472 t
Glanzschnecken [Zonitidae] 112 475 t
Glaskörper 194
Glasschnecken [Vitrinidae] 112 475 t
Glasierte Lyonsia [*Lyonsia hyalina*] 178* 184 486 t
Glatte Achatsschnecke [*Cionella lubrica*] 108 473 t
 – *Glanzschnecke* [*Oxychilus glaber*] 475 t
 – *Mitraschnecke* [*Mitra corniculata*] 56* 92 469 t
 – *Nadelsschnecke* [*Acicula polita*] 69 464 t
 – *Schließmundschnecke* [*Cochlodina laminata*] 89* 110 474 t
Glatfüße [*Nematomenia*] 460 t
Glaucidae 135 480 t
Glaucus 135 480 t
 – *marinus* 103* 121* 135 480 t
Gleba 102 471 t
 – *cordata* 102 471 t

- Gleichgewichtseinrichtungen
[Stabilisatoren] 267
Gleichgewichtsinnesorgane 262
Gleichgewichtssteuering 200
Gleichsinnige Anpassung (Konvergenz) 118
Gliederfüßer 150 189 200 226*
Gliedertiere 20 22 28 38 48
Gliederwürmer 20
Globigerina 264
Globigerinenschlamm 264
Glochidiumlarve 146 165* 166
Glochidium-*Lasidium*-Linie 146
Glockentierchen 243*
-*Glomerulus* 414 f 417
Glossidae 170 483 t
-*Glossobalanus* 417 f 500 t
- *minutus* 416 418 427* 500 t
Glossodoridae 130 f 478 t
-*Glossodoris* 130 478 t
- *gracilis* 104* 130 f 130* 478 t
- *luteo-rosacea* 130 130* 478 t
- *purpurea* 478 t
- *tricolor* 130 f 130* 478 t
Glossoida 483 t
-*Glossus rubicundus* (Ochsenherz) 170 483 t
-*Glottidia albida* 264 491 t
Glühen 399
Glycimeridae (Samtmuscheln)
149 f 152 179 481 t
Glycimeris glycimeris (Gemeine Samtmuschel) 139* 150 481 t
- *pilosa* (Echte Samtmuschel) 150 481 t
Glykogen 363
Glyptometra 289 492 t
Gnathostomata 330 332 496 t
Gobiesocidae 300
Goldschnecken 24
-*Gomphoceras* 24
Gonatiidae 209 487 t
-*Gonatus fabricii* (Köderkalmar) 209 487 t
-*Gonaxis kibweziensis* 111 474 t
Goniasteridae 365 498 t
Goniatiiden 192
Goniadorididae 131 479 t
Goniadoridoidea 479 t
Goniolididae 480 t
Goniopectinidae 497 t
Gonodukte [Geschlechtsgänge] 30 33
Gonoperikardialraum 19
Gonozoide (Geschlechtstiere) 241* 446 ff 451
Gorgonaria 152
Gorgonenhaupt (*Gorgonocephalus caputmedusae*) 394 389* 499 t
Gorgonocephalidae [Medusen-häupter] 393 397 f 499 t
-*Gorgonocephalus caput-medusae* [Gorgonenhaupt] 389* 394 499 t
- *stimpsoni* 391 f 398 f 499 t
-*Gourmya rupestris* [Gewöhnliche Seenedelschnecke] 77 465 t
- *vulgata* (Gemeine Seenedelschnecke) 46* 77 465 t
Grabbeigaben 84
Grabende Riesenmuschel (*Tridacna crocea*) 167* 174 484 t
Grabfuß 136
Grabfüßer [Scaphopoda] 20 28 43 49 65/66* 136 ff 139* 489 t
Graborgan 263* 412
Grabplatte 32 f
-*Grampus griseus* [Rundkopfdelphin] 219
-*Graneledone verrucosa* (Warzenkrake) 220 489 t
Granulozyten 261
Graptolithen [Graptolithida] 411
Graptolithina [Graptolithen] 411
Grasschnecken [Vallonidae] 108 109 473 t
Gregarinen 321 350
Greifarm 194 218 421
Greifeinrichtung 247
Greifhaken 267
Greifraspelzung 31 37 85
Greiftaster 194
Greifverfahren 397 f
Greifwerkzeug 209
Greifzangen 327 329 349 362 366* 382
Griffelseigel (*Heterocentrotus mamillatus*) 327 329* 332 336* 339 340 353 496 t
-*Grimptoteuthis umbellata* 216 488 t
Grönlandhai 350
Große Achatschnecke (*Achatina fulica*) 111 474 t
- Egelschnecke (*Limax maximus*) 89* 94* 115 116* 475 t
- Erbsenmuschel (*Pisidium amnicum*) 142* 170 483 t
- Feilenmuschel (*Lima inflata*) 142* 155 482 t
- Glanzschnecke (*Oxychilus draparnaudi*) 475 t
- Heideschnecke (*Helicella obvia*) 89* 100* 117 476 t
- Kammuschel (*Pecten maximus*) 154 159* 482 t
- Kugelmuschel (*Sphaerium rivicola*) 169 483 t
- Kugelschnecke (*Ampullarius gigas*) 67 463 t
- Langfühlerschnecke (*Bithynia tentaculata*) 70 464 t
- Mantel-Käferschnecke (*Cryptochiton stelleri*) 36* 41 461 t
- *Rossia (Rossia macrosoma)* 205 224* 487 t
- Rote Wegschnecke (*Arion rufus*) 89* 94* 112 474 t
- Scheidenmuschel (*Solen vagina*) 179 f 485 t
- Schlammschnecke (*Lymnaea stagnalis*) 80* 105 472 t
- Schwarze Wegschnecke (*Arion ater*) 89* 94* 112 474 t
- Seepferlmuschel (*Pinctada margaritifera*) 140* 152 482 t
- Sepiette (*Sepietta oweniana*) 206 206* 487 t
- Strandschnecke (*Littorina littorea*) 46* 58 f 464 t
- Sturmhaube (*Cassis cornuta*) 55* 71* 86 468 t
- Trogmuschel (*Macra stultorum*) 168* 180 485 t
- Wegschnecke 117
Grubenaugen 58 146 150 193 f 363
Grünalgen 128
Grundplatte 285 f
Grüne Samtschnecke (*Elysia viridis*) 90* 127 477 t
Gruner, Hans E. 199
Grunzer 350
-*Gryphaea angulata* 482 t
- *virginica* 482 t
-*Gryphus* 261 491 t
Gutmann 409 433
Gymnodorididae 479 t
Gymnolaemata [Kreiswürbler] 238 251
Gymnolaemes Bryozoon [Moostierchen ohne Oberlippe] 240
Gymnosomata (Ruderschnecken) 102 118 124 f 477 t
-*Gyraulus laevis* (Glänzende Teller-schnecke) 106 472 t
Haargefäße [Kapillare] 189 457
Haargefäßnetz 229
Haarsterne [Comatulida] 274 ff
282* 283 285 f 286* f 288 ff
292* 293 ff 294* 297* f 304*
324 354 363 407 492 t
-, Anatomie 286*
-, Armquerschnitt 287*
-, gestielte Jugendformen (Pentacernusstadien) 298* 303
Haarsternentwicklung 297*
Haarsternlarve 298
Haas, F. 163
-*Haecelia attenuata* 365 380* 498 t
Haefelfinger, H. R. 130 134
Haferkornschnecke (*Chondrina avenacea*) 109 473 t
Haftfäden [Byssus] 143 153 155 f 166 183
Haftmantel 362
Haftpapillen 378 447
Haftplatte 285
Haftscheibe 82
Haie 191 204 206 219 322
Hainbänderschnecke (*Cepaea nemoralis*) 89* 117 476 t
Hainschnecken (Helicidae) 52 116 475 t
- i. e. S. [Cepaea] 117 476 t
Haken 209 392
Hakenkalmare [Onychoteuthidae] 209 487 t
Hakensäcke 125 f
Hakenstacheln 394 ff
Halbchordaten 412
Halbspie [Hemisepius typicus] 205 487 t
Halgeridae 478 t
-*Halimeda tuna* 127
Haliotidae [Meerohren] 54 57 462 t
-*Haliotis kamtschatkana* [Kamtschatka-Seehör] 74* 462 t
- *lamellosa* [Mittelländisches Seehör] 45* 53 k 54 462 t
- *tuberculata* (Gemeines Seehör) 53 k 54 462 t
-*Halocynthia papillosa* (Rote Seescheide) 403* 428 441 f 444 445 502 t
-*Halomenia gravida* 32 460 t
Hals [Kragen] 410 418
Hämerythrin 261
Hämeline 101 470 t
- *hydatis* 79* 97 470 t
- *navicula* 97 470 t
Hämerrmuschel (*Malleus malleus*) 140* 152 482 t
Hämoglobin [Roter Blutfarbstoff] 106 261
Hämolymphe 22 190
Hämolymphestrom 447
Hämolympfensystem 20
Hämözyanin 190
-*Hancockia* 132 479 t
- *uncinata* 132 479 t
-*Hancockiidae* 132 479 t
Hancockisches Organ 96
Hängende Watschnecke [Hydrobia ventrosa] 70 464 t
-*Hanleya hanleyi* 39 461 t
-*Hanleyidae* 38 f 461 t
Haplotremitidae 474 t
Harpfenschnecken [Harpidae] 92 469 t
-*Harmeriella terebrans* 251 490 t
-*Harpa ventricosa* (Davidsharfe) 73* 92 469 t
Harpidae [Harpfenschnecken] 92 469 t
-*Harrimania* 417 500 t
- *kupfferi* 417 427* 500 t
Harrimaniidae 412 416 417 500 t
Hass, Hans 175
-*Hastula diversa* 470 t
-*Hathrometra tenella* 304
Haubenmuschel (*Sphaerium lacustre*) 169 483 t
Hauptschlagader (Aorta) 189
Haut, äußere [Epidermis] 228 275 f 287 316 327 361 363 365 383 391 f 431
Hautbedeckung [Kutikula] 28 32 37
Hautdrüsen 108 416
Haut Einstülpungen 190
Hautfortsätze, nervöse [Aesthetica] 39
Hautlitzsinn 196
Hautlinie 363
Hautmuskelschlauch 230
Hautnervennetz 307
Hautnervensystem 415 420
Hauptpapillen 382
Hautsäcken 278
Hautsaum 211
Hautschläuche 276
Hautschleim 417
Hautsinneszellen 307
Hauttaschen 201
Hautverdoppelungen 416
Hautwarzen 307
-*Hectocotylus octopodis* (=Hundertsaugnapf) 221 489 t
-*Hedylopsis spiculifera* 101 471 t
Hegathyridae 491 t
Heideschnecken (*Helicella*) 116 476 t
Heimfindervermögen 200
Hektokotylus [Geschlechtsarm] 195 201 204 206 220 ff
-*Heliculus* 76 465 t
- *cyllindricus* 76 465 t
Helicasteridae 499 t
Helicariionidae 475 t
-*Helicella* (Heideschnecken) 116 116 476 t
- *itala* [Mittlere Heideschnecke] 116 476 t
- *obvia* (Große Heideschnecke) 89* 100* 117 476 t
Helicidae (Hainschnecken) 52 116 475 t
-*Helicina neritella* 62 463 t
Helicinidae 62 463 t
-*Helicodonta obvolvata* (Eingerollte Zahnschnecke) 117 476 t
-*Helicogona lapidea* (Steinpicker) 117 476 t
Helicoidea [Schnirkelschnecken] 115 116 ff 475 t
Helicopogmaten Typ 259
-*Helicophanta magnifica* 111 474 t
-*Helicoplaconda* 280 283
-*Helicoplaconda* 283
-*Helicodonta erythrogramma* 354
-*Helicometra glacialis* 285 290 493 t
Heliotidae 462 t
-*Helix aspera* (Gesprenkelte Weinbergsschnecke) 117 476 t
- *pomatia* (Weinbergsschnecke) 99* 116 ff 116* 476 t
Heller Schlangenstein (*Ophiura albida*) 393 394 402 404* 500 t
Helmminthoglyphidae 476 t
Helmischnecke (*Caleodea echinophora*) 86 468 t
Helmischnecken [Busyconidae] 91 469 t

- Hemiarthrum setulosum* 39 461 t
 Hemiasteridae 338 497 t
 Hemichordata [Kragentiere] 409 ff
 412 418 422
 Hemicurialidae 499 t
Hemifusus proboscideifer 469 t
Hemiseipus typicus [Halbsepie]
 205 487 t
Hemithyris psittacea 264 f 491 t
Henricia 362* 373 498 t
 – *sanguinolenta* [Blutstern] 365
 378 384 498 t
 Heringe 208 210
Hermæa bifida 128 477 t
 Hermaphroditismus, konse-
 kutiver 82
Hero formosa 103* 133 480 t
 Heroidea 133 480 t
 Heroidea 480 t
Hervia costai 134 480 t
 – *peregrina* 134 480 t
 Herz 22 410 415 422 439 442 f 447
 Herzbeutel, Herzbälse [Perikard]
 19 22 31 f 156 215 415 423 426
 431 439
 Herzigel [Echinocardium cor-
 datum] 338 340* f 341 343 348*
 354 355
 Herzmuschel 157 173 f 176 179
 383
 Herzmuscheln [Cardiidae] 173
 484 t
 Herzseigel [Spatangoida] 326
 340 f 341* f 349 374 497 t
Heterocentrotus mammillatus
 [Griffelseigel] 327 329* 332
 336* 339 340 353 496 t
 Heterodonta [Wechselzählige
 Muscheln] 141* 147 163 166
 167* 168* 483 t
 Heterodorididae 479 t
Heterometra 289 492 t
 – *savignyi* 289 292* 492 t
 Heteromorphe Ammoniten 27
 Heteropoda [Kielfüßer] 85 102
Heteroteuthis 206 487 t
 – *dispar* 206 487 t
Heterurethra 108 109 473 t
Hexabranchia 130 478 t
 – *imperialis* 478 t
 – *marginata* 103* 130 478 t
Hiatella arctica [Gemeiner
 Felsenbohrer] 177* 180 485 t
 – *rugosa* 485 t
Hiatellidae 180 485 t
Hibernacula [Winterknospen]
 252
Himerometrida 289 492 t
Hinia reticulata [Gemeine
 Netzreuse] 56* 91 469 t
 Hinteratmer [Soleolifera] 96 113*
 118 123 135 476 t
 Hinterkiemer [Opistobranchia]
 53 123
 Hinterkörper [Metasoma] 231*
 410 412 425 430
Hippippus hippopus [Pferdehuf-
 muschel] 167* 175 484 t
Hippodiplosia foliacea 233*
 490 t
 Hipponicidae 82 466 t
 Hipponicoidea 81 466 t
 Hippuritentyp 259
Hippurites 28
 Hirnbläschen 454
 Hirnchen der Moostierchen-
 larve 247
 Hirnleistungen 219
 Histoteuthidae 210 488 t
- Histoteuthis bonelliana* [Segel-
 kalmar] 188* 210 215 488 t
 Höcker 276 279 362 392
 Höckrige Spitznadel [Cerithiopsis
 tubercularis] 77 77* 465 t
 Hoffmann, S. 33
 Höhlenschnecken 70 107
 Höhlen-Schwimmuschnecke
 [Theodoxus subterrelicus] 62
 Hohltiere [Coelenterata] 32 226
 275 396 f 440
 Holasteridae 337 496 t
 Holasteroidea 337 496 t
 Holoctypoida 332 496 t
 Holohepatica [Sternschnecken]
 119* 129
 Holopodidae 293 493 t
Holopus rangi 292* 293 493 t
 Holothuria 308* 310 312* 317 ff
 321 ff 494 t
 – *bivittata* 315*
 – *floridana* 321
 – *forskali* [Schwarze Seegurke]
 310 494 t
 – *glaberrima* 325 494 t
 – *parvula* 323
 – *surinamensis* 314 323 494 t
 – *tubulosa* [Röhrenholothurie]
 301* 310 312* 318 324 494 t
 Holothuriellarlarve 320*
 Holothuriidae 310 315 322 494 t
 Holothurin 322
 Holothuroidea [Seewalzen] 245*
 274 ff 276* 284 300 301* 302*
 305* 305 ff 306* ff 312 314*
 316* 320* 328 354 363 382 397
 400 416 493 t
 Holzbohrmuschel [Xylophaga
 dorsalis] 182 486 t
 »Holzwürmer« 183
 Homalopterigia [Pfeilwürmer]
 266
 Homalozoa 280
Homarus vulgaris [Hummer]
 218 f
 Homologie [Entwicklungs-
 geschichtliche Übereinstim-
 mung] 236
 Horizontalseptum 185
 Hormone 246 319 352
Hornera 241 490 t
 – *lichenoides* 255 490 t
 Horneridae 255 490 t
 Hornfarbige Kugelmuschel
 [Sphaerium corneum] 142* 169
 483 t
 Hornkorallen 84 233* 282* 295
 304 398 407 450*
 Hornschnecken [Buccinidae] 88
 91
 Howarth, J. 202
 Hufeisenwurm, Anatomie 231*
 Hufeisenwürmer [Phoronidea] 20
 226 226* 227 ff 228* 230* 231*
 236* 253* 258 f 263 489 t
 Hufeisenwurmlarve 227*
 Hufmuscheln [Chamidae] 173
 484 t
 Hüllglockenlarve 138 146 148 f
 158
 Hüllglockentypus 23 26* 32
 Hummer [Homarus vulgaris]
 218 f
 »Hundertstagnapf« [Hectoco-
 tylus octopodis] 221 489 t
 Hüpferlinge [Copepoda] 321 350
 381 398 402
 Hutschnecken [Capulidae] 82
 466 t
- Hydatina physys* 97 470 t
 – *velum* 470 t
 Hydatinidae 97 470 t
Hydrobia ulvae 464 t
 – *ventrosa* [Hängende Watt-
 schnecke] 70 464 t
 Hydrobiidae [Schnauzenschnek-
 ken] 69 464 t
Hydrocena 62 463 t
 – *cattaroensis* 62 463 t
 Hydrocenidae 62 f 463 t
 Hydroidpolypen 250
 Hydroporus [Wassergefäß-
 system-Ausmündung] 283
 Hydrosipren 280
 Hydrozoa 31 133 295 299 342 350
Hymenaster pellucidus 377* 388
 498 t
 Hydrocoocidae 464 t
 Hyocrinidae 293
Hyocrinus 286 293 493 t
 – *bethellianus* 285*
 Hyolithida 23
 Hyolithellida 422 423 501 t
 Hyolithellus 411
 Hypobranchialdrüse 87
 Hypobranchialrinne [Endostyl]
 435 446 f 454
 Hyponeurales Nervensystem 277
 287 307 329 363 392
Hypophorella expansa 251 255
 490 t
Hypsiechinus coronatus 349
- Iconometra* 289 492 t
 Idiosepiidae 205 487 t
Idiosepius pygmaeus [Zwerg-
 Idiosepie] 205 487 t
 Idiothecia 421
Idulia coronata 479 t
Illex illecebrosus [Kurzflößen-
 kalmar] 210 488 t
 – *coioides* 210 488 t
 – *illecebrosus* 210 488 t
 Imaginalzapfen 32
Imbexia 259 491 t
 Immergentiidae 252 490 t
 Inadunata 280
 Inarticulata [Schloßlose Arm-
 füßer] 265
 Incirrata [Kraken i. w. S.] 198*
 215 216 488 t
 Incisuren [Randkerben] 38 f
 Ingestionsoffnung [Einstrom-
 öfning, Branchialsiphon] 441 f
 Innenschmarotzer 81 82* 83 299
 381 402
 Innenskelett 27 226 306 431
 Insekten 20 f 28 189
 Interambulacralplatten
 [Zwischenambulacralplatten]
 328 ff 339* 349
 Interambulacrum 326
 Interradius 298
 Intertentakularraum 424
 Iravadiidae 464 t
Ircinia 131
 Iridozyten [Flitterzellen] 196 454
 Iris [Regenbogenhaut] 190 f
 Irreguläre [unregelmäßige]
 Seigel 283 326 ff 330 332 337
 339 f 343 356 395
Ischnochiton 26* 40 461 t
 – *hewitti* 39 461 t
 – *imitator* 39 461 t
 – *varians* 36* 39 461 t
Ischnochitonidea 461 t
Ischnochitonina [Gekerbtschalige
 Käferschnecken] 38 461 t
- Islandmuschel [*Arctica islandica*]
 142* 170 f 483 t
Isocardia cor [Ochsenherz]
 483 t
 Isocardidae 483 t
 Isocardioidea 483 t
 Isocrinida [Zirrentragende
 Seelilien] 288 292* 492 t
 Isocrinida 293
 Isocrinidae 288 492 t
 Isognomonidae 152 482 t
Isognomostoma holosericum
 [Genabelte Maskenschnecke]
 117 476 t
Isometra 303
 Isotonie 212
 Ivanov 422
Ixartia distorta [Falsche Thracie]
 184 486 t
- Jaeckel, Siegfried H. 212 217
 Jägerstern 422
 Jahresringe [Schneckengehäuse]
 116
Jaminia quadridens [Vierzählige
 Viefraßschnecke] 109 473 t
Janella bitentaculatus 473 t
Janellidae 110 473 t
Janolidae 132 480 t
Janolus hyalinus 132 480 t
Janthina janthina [Veilchen-
 schnecke] 78 124 135 466 t
 Janthinidae [Veilchenschnecken]
 77* 78 466 t
Jassa falcata 245
 Jefferies 280
 Jochnerventiere [Zygoneura] 271
 Johansson 422
Jorunna tomentosa [Polsterstern-
 schnecke] 131 478 t
 Joubin, Louis 217
Jujubinus exasperatus [Kegelige
 Kreiseltschnecke] 60 463 t
Julia japonica 127 477 t
 Juliidae [Zweischalenschnecken]
 115 126 f 171 477 t
 Julioidei 126 477 t
 Jungferzeugung [Partheno-
 genese] 77
 Junglarve 232
 Jura-Ammoniten [Neoammo-
 noidea] 27
- Kabeljau 206 350 382
 Kaestner, Alfred 219
 Käfer 111 116
 Käferschnecken [Placophora] 20 t
 23 28 f 29* 36* 37 38 ff 38* 41
 44 47 f 51 148 172 375 460 t
 –, Anatomie 38*
 Kahnfüßer [Scaphopoda] 136
 Kaiserpinguin 191
 Kalk 21 32 130 f 153
 Kalkesser [Coralliophaga litho-
 phagella] 171 483 t
 Kalkgehäuse 24
 Kalkkörper 29* 38 f 101
 Kalkplatten 37 327
 Kalk-Rotalgen 233* 252
 Kalkskelett 279
 Kalkskelettplatten 361
 Kalmare [Theutoidei] 21 188*
 197* 201 204* 206 ff 207* 220
 487 t
 Kaltes Licht 199
 Kammer [Vestibulum] 298 320
 344 349 400 400*
 Kammerflüssigkeit 202
 Kammerlinge, Lochschalentiere

- [Foraminifera] 49 137 261 295
317 343 373 396
Kammern [Schalenkammern] 193
Kammerschnecken (Tetrabranchiata, Nautilidae) 193
Kammerung 204
Kammkieme 101 126
Kammkiemer (Monotocardia) 53
62 96 107 463 t
Kammsterne (Astropectinidae)
362 362* 365 367 f 377 384 388
Kammwünder (Ctenostomata)
239 f 245 251 489 t
Kammuscheln (Pectinidae) 101
101* 146 151 153 f 174 228
Kamptosoma asterias 356
Kamtschatka-Seehörn [Haliotis
kamtschatkana] 74*
Kanalsystem 277
Kanarienvogel 204
Kannibalismus 268 351
Kapillare (Haargefäße) 189 457
Kapsel 245 249 ff 255 f 259
Kardinalfische (Apogonidae) 350
Karminpulver 262
Karneolin-Kameen 86
Karotinfarbstoff 256
Kartäuserschnecke [Monacha
cartusiana] 117 476 t
Karyophylliden 131
Kaurimuscheln 84
Kaurischnecken [Monetaria] 84
467 t
Kawaguti, S. 127
Kegelige Kreisel-schnecke
[Jujubinus exasperatus] 60 463 t
Kegelschnecken (Conidae) 73* 87
95 374
Kehlkopfapparat 432
Keimdrüse 38* 138 189 411 f 416
420 422 425 f 430 440 442 446 f
451 f 454 457
Keimling [Embryo] 23 207* 242
245 ff 316 400 f
Keimlingsentwicklung
[Embryonalentwicklung] 297
400 432 443
Keimlingsnierenorgane (Proto-
nephridien) 107
Keimlingschale (Embryonal-
schale) 83 126
Keimsack 22
Keimstöcke 277 329 364 393 401
Keimzellen 277 399
Kelch 286 288 295
Kelchwand [Theca] 280
Kelchwürmer 20 226
Kellerglanzschnecke (Oxychilus
cellarius) 115 475 t
Kellya suborbicularis 173 484 t
Kellyella militaris (Europäische
Kelliella) 170 483 t
Kellyellidae 170 483 t
Kempometra 303
Kenozooid 241 241* 252
Kephalspidea (Kopfschild-
schnecken) [i. w. S.] 79* 96
101 f 105 123 f 135 143 470 t
Kephelopoda 23*
Kerbtiere 190 200
Keuchhusten 117
Kiefer 189 f 196 203 209 216 220
328 340* 392 394 397 400 402
Kieferapparat 277 283 328 399
Kieferlose 432
Kieffüßer [Atlantacea und
Heteropoda] 85 102 467 t
Kielmondling (Neomenia
carinata) 26* 31 31 k 32 35*
Kielnacktschnecke (Milax rusti-
cus) 115
Kieme, nachträglich gefaltete
[sekundär plicata] 95
Kiemen 30 39 102 105 f 129 145 ff
150 f 156 163 165 f 169 f 172
174 180 f 185 f 192 f 194 f 201
278 329 363 412 f 416 420 432
435 447 451
Kiemenarterie 457
Kiemenaugen 15* 152
Kiemenbalken 447
Kiemenbrutraum 183
Kiemenrand 413 432 434 ff 421 f
433 439 ff 443 445 447 ff 451 f
454 457
-, entoblastischer 441 453 f 457
Kiemenfäden 163
Kiemenfüßchen 340* 341
Kiemenherzen 195 201 457
Kiemenkorb 435
Kiemensporen 412 f 418
Kiemenreusen 163
Kiemenrinne 21
Kiemensäckchen 413
Kiemenspalten 413 417 f 435 443
445 447 f 452 454 457
Kiemenspangen 413
Kiementaschen 413 417
Kiementypen 145
Kiemenzunge 413
Kieselalgen (Diatomeen) 39 49
137 229 238 261 295 317 343 f
373 377 396 f 419
Kinkhorn [Charonia lampas] 86
Kissensterne (Orasteridae,
Culcita) 361 f 365 373 379* 382
386* 498 t
Kittfüßchen 341 f 341*
Klaffmuschel (Mya arenaria)
177* 181
Klammermauer (Pycnodonta
frons) 157 157* 482 t
Klappmuscheln (Spondyliidae)
155 173
Klappzangen 327
Klebrüsen 137
Klebpapillen, Klebwarzen 268
Kleine Doppelfußschnecke
[Tricola pulla] 60 463 t
-, Fußschnecke (Orcula dolium)
109 473 t
-, Herzmuschel (Cardium exi-
gium) 174 484 t
-, Nabelschnecke (Tectonatica
affinis) 86 468 t
-, Pfahlmuschel (Bankia
minima) 183 486 t
-, Schlammschnecke (Galba
trunculata) 80* 106
-, Sepie (Sepia elegans) 205 487 t
-, Weitmund-Glanzschnecke
[Aeginopella nitidula] 475 t
Kleiner Leberegel 109 117
-, Seehase (Aplysia rosea) 124
Kleinkrebse 215 250 317
Kletterholothurie (Cucumaria
planci) 301* 306 309 318
Klettern 339 395
Kletterseigel (Psammochinus
microtuberculatus) 339 354
496 t
Klipphorn [Pisania striata] 88
Klippkleeber [Acmaea virginica]
59
Kloake 442 ff 446 ff 452
Klopfkäfer 183
Knackzahn 88
Knochenfische 222
Knollenkolonie 257
Knorpelfisch 432*
Knorrige Kreisel-schnecke (Gib-
bula magus) 60 463 t
Knospen 251*
Knospenbildung 246 f
Knospung 240 247 ff 251 257 f
420 f 440 444 448 451
-, stolonale 444
Knotenkolonie 257
Knotige Ausschnittschnecke
[Ermargula papillosa] 462 t
Knurrhähne 350
Köderkalmar [Gonatus fabricii]
209 487 t
Kodifizierung 440
Koloniebildner 409 412 418 f 420
439 ff 443 ff
Kolonien 227 234* 240 ff 245
248 f 251 f 256 ff 440 446
Kometenform (Seestern) 383*
Kommensalen (Mitesser) 149 299
Kommensalismus (Nahrungs-
gemeinschaft) 172
Kompaßmuschel (Amusium
pleuronectes) 153 482 t
Kompasuhr 58
Königindriderfisch (Balistes
vetula) 350
Königsholothurie (Stichopus
regalis) 310 323
Könische Glanzschnecke (Euco-
nulus fulvus) 115 475 t
Konsekutiver Hermaphroditis-
mus 82
Konvergenz (Gleichsinnige Ent-
wicklung, Anpassung) 41 118
236
Koordinatenszentren 200
Kopf 190
Kopffuß 193 195
Kopffüßer (Cephalopoda) 20 f
23 f 27 f 43 f 65/66* 78 189 ff
195 201 205 211 216 f 222 225
258 486 t
-, Anatomie 193*
-, orthocone 27
Kopfkappe 193 268
Kopfkriemen 227
Kopfnorpel 200
Kopflappen 40 f
Kopfschild 232 410 412 418 420 f
Kopfschildschnecken i. e. S.
[Bulloidei] 96 f 101 f 118 470 t
-, [i. w. S.] (Kephalspidea) 79*
96 101 f 105 123 f 135 143 470 t
Kopfschnecken 41
Korallen 132 175 255 f
Korallenkalk 88
Korallinenboden 233*
Korbmuschel (Corbula gibba) 181
Korbmuscheln (Corbula) 177*
181
Kortherasteridae 498 t
Körperanhänge, skeletthaltige
392
Körper-Hauptachse 274 f
Körperwandanhänge 362
Korringa, P. 158
Kowalevsky, Alexander 236 434
Krabbeln 111 153 203 218 f 235
321 350 374 f
Kragen (Hals) 410 412 ff 418 ff
Kragendarm (Eicheldarm) 413
Kragenmark (Neurocord) 415
417
Kragentiere (Branchiostemata)
409 ff 412 415 418 422 500 t
Kraken (Octopodoidea) 191 196
207 f 215 217 ff 221 f 225 489 t
-, i. w. S. (Inciraria) 198* 215
216 488 t
Krallen 209
Krallenkalmar (Onychoteuthis
banksi) 209
Kranzföhler (Tentaculata) 226 ff
226* 247 259 ff 266 410 f 489 t
Kratzer [Acanthocephala] 220
Krause Bohrmuschel [Zirfaea
crispata] 177* 182 486 t
Krebse 49 171 f 180 191 194 203
205 218 235 250 268 299 321
343 352 374 382 396 398 419
Kreide-Ammoniten (Neocommo-
noidea) 27
Kreisel-schnecken (Trochoidea)
59 f
Kreislauftsystem 410 f 439 442
Kreiswirbler (Stomatopoda) 238 f
241 247 250 251 254* 256 489 t
Kriechen 294 395
Kriechfuß 38 51
Kriechorgan 21 81
Kriechschleim 58
Kriechsohle 33 51 124 148 241
258 306 315 319
Kriechspur 69
Kriechtiere 190 200
Kriegstrompete 86
Kristall-Glanzschnecke (Vitrea
crystallina) 475 t
Krohnittidae 268 492 t
Kröten 111 116
Krötenfische 350
Krustenanemonen (Zoantharia)
76
Kubanische Buntschnecke (Poly-
mita picta) 118 476 t
Kuchenmuschel (Placenta
placuna) 156 156 k
Kugelige Glasschnecke (Vitrina
pellucida) 112 475 t
Kugel-Käferschnecke (Lepido-
pleurus cancellatus) 36* 39
461 t
Kugelmuscheln (Sphaeriidae) 169
483 t
Kugelschnecke (Akeria bullata
90* 124 476 t
Kugelschnecken (Akeriidae) 124
477 t
Kurze Raubglanzschnecke (Daude-
bardia brevis) 115 475 t
Kurzflössenkalmar (Illex illece-
brosus) 210 488 t
Kutikula (Oberhaut, Haut-
bedeckung) 29 32 266 f 412 425 f
434
Labidoplax buski 318 494 t
-, digitata 313 318 494 t
-, dubia 315 494 t
Lacazella 262 262* 491 t
Laciniaria biplicata [Zweifaltige
Schließmuskelschnecke] 110 474 t
Lacuna divaricata =
-, vineta 69 464 t
Lacunidae 69 464 t
Laetmogone 310 494 t
Laetmogonidae 310 494 t
Laevicardium oblongum [Lange
Herzmuschel] 173 484 t
Laganidae 337 496 t
Laginiopsidae 477 t
Laginiopsis triloba 125 477 t
Laich 208 376
Laichgänge 30 f
Laichstellung [Schlangenster] 399*
Laichtrauben 205
Laichwanderungen 191
Lakunen (Blutbahnen) 278 287
296 307 f 321 363 439 442
Lamellaria 83 467 t
-, perspicua 83 467 t
Lamellariidae 83 467 t

- Lamellarioidea 83 129 467 t
 Lamellen (als Kiemensatz-
 bildungen) 145
 – Wendeltreppe (*Cirsotrema*
communatum) 78 466 t
Lamellibrachia barhami 423 501 t
 Lamellibrachiidae 423 501 t
 Lamellibranchia 481 t
 Lamellidoriidae 479 t
 Lamellidioris 131 479 t
 – bilamellata 479 t
 – depressa 479 t
 – muricata 479 t
 – napolitana 479 t
Lamellisabella 424 501 t
 – zachsi 501 t
 Lamellisabellidae 423 501 t
 Laminaria 256
 – rodriguezi 256*
Lamprometra klunzingeri 289
 492 t
 Lampsilinae 165
Lampsilis 165 483 t
 – fasciola 165 483 t
 – ventricosa 165 483 t
 Lampyridae 111
 Lancidae 105 106 472 t
 Landbewohner 69 f
 Landdeckelschnecken (Pomatias-
 dae) 68
 Landkarten-Kegelschnecke
 (*Gastrium geographus*) 95
 470 t
 Landlungenschnecken (Stylo-
 matophora) 80* 89* 94* 96
 107 ff 108* 115 f 118 472 t
 Landplanarien (Geoplanidae) 111
 Landschnecken 44 52 f 111
 Landtiere 69 f
 Lane, Frank W. 209
 Langarmiger Krake (*Octopus*
macropus) 220 489 t
 Lange Herzmuschel (*Laevi-*
cardium oblongum) 173 484 t
 Langfühlerschnecken (*Bithynia*)
 70 464 t
Lanice conchylega 251
Lanx patelloides 106
 Lanzenigel (*Cidaris cidaris*) 330
 350 355
 Lanzenseigel (*Cidaroida*,
Cidaridae) 327 330 330* 334*
 336* 344 349 355 495 t
 Lanzettfischchen (*Acrania*) 431 ff
 435 453 f 457 502 t
 – (*Amphioxus*) 240 413
 – (*Branchiostomidae*) 502 t
 – (*Branchiostoma lanceolatum*)
 428* 457 502 t
 Lanzettigel 109 117
 Lanzettkehl (*Limapontia*
nigra) 90* 128 478 t
 Lappenbildung des Fußes 81
 Lappenmuschel (*Chama gry-*
phina) 173 484 t
 Lartetia 70
 – quensstedti (Zwerghöhlen-
 schnecke) 70 474 t
 – rougemonti (Zwerghöhlen-
 schnecke) 70 474 t
 Larven 20 23 83 146 149 158 163
 165 f 169 226 f 230 f 235 ff 242
 246 f 249 ff 253* 256 258 262 ff
 279 297 f 300 317 320 344 349 377 f
 400 409 411 416 f 420 430 432
 434 439 ff 451 f 454 457
 Larvenarme 400
 Larvenentwicklung 67
 Larvenfühler 227* 228*
 Larvenorgane 378
 Larvenschale 83
 Lasidium (Mehrzahl: Lasidien),
 Lasidiumlarve 146 166
 Laterne des Aristoteles 328
 339*
Latia neritoides 105 472 t
 Latiidae 105 472 t
 Lazarusklappe (*Spondylus gaede-*
ropus) 142* 155 482 t
 Lebendgebärende Schnecken 52 68
 98 108 f
 – Süßwasserschnecken 67
 Lebendgebärer 217 222 303 399
 448
 Lebensdauer 40
 Leber 457
 Lecithotrophe Larven 232
 Lederkorallen 132
 Lederseeigel (*Echinothuriidae*) 327
 329* 330 336* 351 f 356 495 t
 Ledertang (*Fucus*) 241 256
 Ledidae 481 t
Lehmannia marginata (Waldegel-
 schnecke) 115 475 t
Leister leachi 380*
 Leibeshöhle (Coelom) 22 226 263
 276 ff 286 f 298 307 319 ff 363 f
 392 f 409 f 414 419 f 422 f 425 f
 430 ff 439
 –, fünfteilige 410 f
 Leibeshöhlenflüssigkeit 227 231
 239 241 245 256 262 276 303
 308 329 364 373 393 402
 414
 Leibeshöhlenkanal 287
 Leibeshöhlenöffnungen (Coelo-
 mopen) 409 f
 Leibeshöhliertiere 226*
 Leierherzigel (*Brissopsis lyrifera*)
 338 355 497 t
 Leimrutenfänger 211
Leiostraca 78 466 t
 – subulata 81 466 t
 Leistschnecken (*Muricidae*)
 87 f 91 468 t
 Leitfossilien 24 259
 Leitungsmoos (*Paludicella arti-*
culata) 252 254* 489 t
Lemntina cuvieri 465 t
Lemna (Wasserlinsen) 257
 Leopardschnecke (*Peltodoris*
atromaculata) 104* 119* 130 f
 478 t
Lepididithys lineatus 300
 Lepetellidae 59 462 t
 Lepetidae 57 462 t
 Lepidocentroida 330 495 t
Lepidocentrus 283
Lepidoditona cinereus (Asch-
 graue Käferschnecke) 36* 39
 39 k 461 t
 – raymondi (Zwitter-Käfer-
 schnecke) 39 f 461 t
 Lepidopleuridae 38 460 t
 Lepidopleurina (Einfachschalige
 Käferschnecken) 37 f 460 t
Lepidopleurus asellus (Assel-
 Käferschnecke) 38 38 k 460 t
 – belknapi 39 461 t
 – benthus 39 461 t
 – cajetanus (Rippen-Käfer-
 schnecke) 36* 39 461 t
 – cancellatus (Kugel-Käfer-
 schnecke) 36* 39 461 t
 – intermedius (Sand-Käfer-
 schnecke) 39 460 t
 – medinae 38 460 t
 Lepidoteuthidae 208 487 t

- Loripes lacteus* 172 484 t
 Loveniidae 338 497 t
 Lovens Zangenschildfuß [*Falcidens loveni*] 35* 460 t
Loxechinus albus 351
Lucapina crenulata (Riesenlochschnecke) 74* 462 t
 Luchssteine 27
 Luciferae 199
 Luciferin 199
Lucina borealis 172 484 t
 Lucinidae 172 484 t
 Lucinoidea 147 484 t
Luidia 367 f 376 f 382 ff 497 t
 — *ciliaris* (Siebenarmiger See- stern) 359* 364 377 387 497 t
 — *sarsi* 364 367 374 f 377 497 t
 — *senegalensis* 497 t
 Luididae 364 497 t
Lunatia alderi (Gebänderte Mondschncke) 85 f 468 t
 — *catena* (Braune Mondschncke) 85 468 t
 Lungensack 67
 Lungenschnecken (Pulmonata) 27
 50 53 62 96 102 105
 Lunulae 327
 Lurche 190 200
Lutia lurida (Braune Porzellan- schnecke) 84 467 t
 Lusitanische Napfschncke (Patel- la rustica) 58 462 t
Lycoteuthida 208 487 t
Lycoteuthis 188* (Wunder- lampe) 218* 208 487 t
Lymnaea stagnalis (Große Schlammschncke) 80* 105 472 t
 Lymnaeidae (Schlammschncken) 105 f 109 472 t
 Lymnaeioidea 472 t
Lyonsella 186 486 t
 — *abyssicola* 186 486 t
Lyonsia hyalina (Glasiige Lyon- sia) 178* 184 486 t
 — *striata* (Gestreifte Lyonsia) 183 f 486 t
 Lyonsiidae 183 486 t
Lyodesma 147
Lytechinus variegatus (Weißer Westindischer Seeigel) 331 343 f 354 495 t
Lycaripa myriophyllum 31
Macoma baltica (Baltische Platt- muschel) 168* 179 485 t
 — *exigua* 485 t
 — *nasuta* (Pazifische Plattmuschel) 179 485 t
Macrophreata 288 290 493 t
Mactra stultorum (Große Trog- muschel) 168* 180 485 t
 Mactridae (Trogmuscheln) 179 180 485 t
 Mactroidea 485 t
 Madrellidae 480 t
 Madrelloidea 480 t
 Madreporienplatte (Siebplatte) 328 363
 Magen 375 392 439
 Magenblindsäcke 373 f 392
 Magenlappen 374 f
 Magenschleimhaut 373
 Magentaschen 381
 Magenuntersuchungen 209 f
 Magenwände, ausgestülpste 374 f
 Magilidae 88 468 t
Magilus antiquus 88 468 t
 Malermuschel (*Unio pictorum*) 142* 164 f 483 t
Malleus malleus (Hammer- muschel) 140 152 482 t
 Mangelidae 95 469 t
Mangilia attenuata (Gemeine Treppenschnecke) 95 470 t
 Mantel 21 f 32 40 44 47 189 193 ff 201 203 207 f 211 ff 216 f 222 259 434 f 440 f 443 ff 452
 Mantelrüse 78
 Mantelfalte 21 144
 Mantelfaserzüge 446
 Mantelhaut 146
 Mantelhöhle (Pallialraum) 19 30, 32 37 195 f 203 206 220 ff
 Mantelperle 164*
 Mantelrand 43* 165 170
 Mantelrandaugen 154* 155
 Mantelrandgürtel (Perinotum) 37 f
 Mantelrandkieme 59
 Mantelraum (Pallialraum) 19 21 30 ff 37 38* 51 195 f 203 206 220 ff
 —, Rückdrehung 118
 Mantelraumfortsatz, fühlertartiger (Palliocoeum) 101
 Mantelrinne 38 40
 Manteltiere (Tunicata) 173 203 431 ff 434 f 439 f 445 452 ff 501 t
 Mantelverschlus 200
 Marco Polo 84
 Martiidae 338 497 t
Margaritana margaritifera (Fluß- perlmschel) 142* 153 163 f 164* 483 t
Margaritifera 164 483 t
 Margaritiferidae (Flußperl- muscheln) 164 483 t
 Marginellidae 92 469 t
 Mariametridae 289 492 t
 Mariametrina 288 492 t
Marionia blainvillae 132 479 t
 Marmorierte Kreiselschncke (Turbo marmoratus) 60 463 t
 Marmorkegel (*Conus marmoreus*) 56* 95 470 t
Marthasterias glacialis (Eissee- stern) 351 363 366 368 375 380* 387 499 t
Mathilda quadricarinata 76 76* 465 t
 Mathildidae 76 465 t
 Mathevia 28
 McLean, James 40 f
 Mechanische Reize 363
 Medulidae 76
 Medusenhäupter (Gorgonocephala- lidae) 392* 393 397 f 499 t
 Medusensterne (Phrynophiurida) 391 f 393 396 407* 499 t
 Meeraal (Conger conger) 204 219
 Meeräse 350
 Meeresebewohner 69 87
 Meeresleuchten 85
 Meeres-Moostierchen 226* 233* 241 248 251 254* 256
 Meeresmuscheln 158 165 169 171
 Meeresnachtschncken 129 134
 Meereschncken 52 f 58 62 375
 »Meeresrauben« 205
 Meeresvögel 204
 Meerohren (Heliotidae) 54 57 462 t
 Meersalat (*Ulva*) 97
 Megalodonten 147
 Megaspiridae 110 473 t
Melanella distorta 81 466 t
 Melanellidae 300 466 t
 Melaniidae i. w. S. 77 465 t
 Melanine 391
 Melanopsidae 77 465 t
Meleagrina margaritifera 482 t
Melgula citrina 502 t
 Melgulidae 502 t
 Mellita 343* 496 t
 — *lata* 340
 — *sexiesperforata* 337 343 343* 348* 496 t
 Mellitidae (Schlüsselloch-Sand- dollars) 337 343* 496 t
 Melonechinus 283
 Melonginidae 469 t
 Membranipora membranacea (Seerinde) 248 253* 256 490 t
 — *pilosa* 246 490 t
 Membraniporidae 256 490 t
 Menipia normani 250 490 t
 Mensch 189 200 412 431 f
 Menzies, R. 49
 Mercenaria mercenaria (Quahog- Muschel) 176 179 485 t
 Meretrix chione (Braune Venus- muschel) 485 t
Merluccius merluccius (Seehecht) 204 206
 Merkfähigkeit 219
 Mesenchym (Mittleres Keimblatt) 22 230 236 f 263
 Mesenchymzellen 230
 Mesoblast 432
 Mesocoel 277 298
 Mesogastropoda (Mittelschncken) 63 463 t
Mesosagitta decipiens 268 492 t
 Mesosoma (Mittlerer Körperab- schnitt, Mittelkörper) 228 230 231* 240* 261 410 418 423 425 430
 Mesozoa (Mitteltiere) 201
 Messerscheide (*Solen vagina*) 179 485 t
 Mesurethra 110 473 t
 Metacoel 263 277
 Metacoelothel (Bauchfell) 275 f 306 308 327 361
 Metacrinus 283 492 t
 — *superbus* 285 492 t
 Metagenesis (Generationswech- sel) 439 444 ff 448 451
 Metamer (serial) 424
 Metamorphose (Gestaltungswand- lung) 298 326 349 f 378 400 400* 440
 Metasoma (Hinterer Körperab- schnitt, Hinterkörper) 228 230 231* 240* 241 259 261 410 412 425 430
Metzgeria alba 91 469 t
Microcosmus sulcatus 456* 502 t
Microhedyale glandulifera 79* 101
 — *milaschewitchii* 101 471 t
 Micromelaniidae 464 t
 Micropygia tuberculata 338*
 Micropygidae 331 495 t
Microthele nobilis 322
 Midasohr (*Ellobium aurismidae*) 107 472 t
Middendorffia polii 40 461 t
Midorigai 127
 — *australis* 477 t
 Miesmuschel (*Mytilus edulis*) 151 ff 158 374
 Mikrophag 432
 Mikrovilli (Verdauungszellen- Plasmafortsätze) 425
 Milacinae 115 475 t
Milax rusticus (Kielnachtschncken) 115 475 t
 Milchweiße Archenmuschel (*Striarca lactea*) 149 481 t
 Millericrinida (Zirrensee See- lilien) 288 290 292* 293 493 t
 Millionärschncke (*Pleurotomaria beyrichi*) 53* 54 462 t
Milneria minima 169 483 t
 Misseser (Kommensalen) 149 299
 Mithrodiidae 498 t
Mitra cornicula (Glatte Mittra- schncke) 56* 92 469 t
 — *ebenus* (Brauner Stufenturm) 92 469 t
 — *episcopalis* (Bischofsmütze) 92 469 t
 — *papalis* (Papstkrone) 92 469 t
 Mitraschncken (Mitridae) 92 469 t
Mitrella scripta (Schlanke Birnen- schncke) 88 468 t
 Mitridae (Mitraschncken) 92 469 t
Mitrolumna olivoidea 95 470 t
Mitsukurina 309 493 t
 Mitteldarm 439
 Mitteldarmdrüsen 37 145
 Mittelkörper (Mesosoma) 231* 410 418 423 425 430
 Mittelländische Ausschnitts- schncke (*Emarginula huzardi*) 57 462 t
 — Hufmuschel (*Chama gryphoi- dea*) 168* 173 484 t
 — Kegelschncke (*Conus ventrico- sus*) 95 96 k 470 t
 — Korbmuschel (*Corbula mediter- ranea*) 181 485 t
 — Miesmuschel (*Mytilus gallo- provincialis*) 151 481 t
 — Rißschncke (*Scissurella costa- ta*) 54 462 t
 — Schiffsbohrmuschel (*Teredo urticulus*) 183 486 t
 — Schwelmschncke (*Diodora italica*) 45* 57 462 t
 — Spelzenschncke (*Simnia spelta*) 83 467 t
 — Spindelschncke (*Fasciolaria lignaria*) 91 469 t
 — Wurmschncke (*Serpulorbis arenaris*) 46* 76 465 t
 Mittelländischer Kreisel (*Callio- stoma laugherii*) 59 462 t
 — Kurzflössenkalmar (*Illex ille- cebrosus coindetii*) 210 488 t
 — Schmuckkreisel (*Gibbula adria- tica*) 60
 — Seease (*Aplysia fasciata*) 124 467 t
 — Zwerghkalmar (*Alloteuthis me- dia*) 208 487 t
 Mittelländisches Seeohr (*Halotis lamellosa*) 45* 53 k 54 462 t
 — Tiefsee-Wellhorn (*Buccinum humphreysianum fusiforme*) 71* 468 t
 Mittelmeer-Chiton (*Chiton oliva- ceus*) 36* 40
 — Haarstern (*Antedon mediter- raneus*) 282* 290 291* 297 493 t
 — Muräne (*Muraena helena*) 219
 — Schirmschncke (*Umbraculum mediterraneum*) 73* 103* 129 478 t
 Mittelmeersepiole (*Sepiola ronde- letii*) 187* 206 487 t
 Mittelschncken (Mesogastro- poda) 63 463 t
 Mitteltiere (Mesozoa) 201
 Mittlere Heideschncke (*Helicella itala*) 116 476 t
 Mittleres Keimblatt (Mesenchym) 22 230 236 f 263
Modiolaria marmoratus 481 t

- Modiolus barbatus* (Bartmuschel) 140* 151 481 t
 Modulidae 77 465 t
Moiratropos 342* 354
 Mollusca, Mollusken (Weichtiere) 19 ff 27 29 f 32 38 43 f 50 ff 170 185 189 ff 193 f 196 225 f 226* 236 261 415 460 t
 Molluscoidea (Muschelinge) 226
Molpadia 315 f 325 494 t
 – *musculus* 313 494 t
Molpadia 313 494 t
Molpadiidae 313 316 494 t
Monacha cartusiana (Kartäuser-schnecke) 171 476 t
 – *incarnata* 476 t
 Monascidia 440
Monetaria (Kaurischnecken) 84 467 t
 – *anulus* (Ring-Kaurischnecke) 84 467 t
 – *moneta* (Geld-Kaurischnecke) 84 467 t
 Monobryozoon 240 490 t
 – *ambulans* 239* 240 255 490 t
 – *limicola* 255 490 t
 Monobryozoontidae 490 t
 Monodonta turbinata (Turban-schnecke) 45* 60 463 t
 Monoplocophora (Einschaler) 48
 Monotocardia (Kammkiemer) 53 62 96 107 463 t
Montacuta bidentata 484 t
 – *ferruginosa* 172 484 t
 – *oblonga* 40 172 484 t
 – *substriata* 172 484 t
Montacutidae 172 f 484 t
 Monte testacea 87
 Moosblasenschnecke (*Aplexa hyp-norum*) 106 472 t
 Moossschraube (*Pupilla mus-corum*) 109 473 t
 Moostierchen (Bryozoa) 49 131 226 f 235 f 238 ff 247 248* 250* 256* 295 342 350 456* 489 t
 Moostierchenstock (Zooarium) 238 246 248 250
Mopalia 41
 – *hindsii* 41 461 t
Mopaliidae 39 461 t
 Mörderschnecke (*Tridacna gigas*) 174 ff 484 t
 Mortensen 354
 Moschuskrake (*Ozaena moschata*) 220 489 t
 Müller, Heinrich 221
 –, Johannes 235 ff 453
 Müllersches Stadium 416
 Mundfühler (Mundtentakel) 287
 Mundfüßchen 328 343 392 397
 Mundgefäßring 393
 Mundplatte 298 f 392
 Mundscheibe (Haarström) 287*
Muraena helena (Mittelmeer-Muräne) 219
 Muräne 220
Murex brandaris (Brandhorn) 71* 87 f 468 t
 – *ramosus* 26* 468 t
 – *tenuispina* (Spinnenkopf) 88 468 t
 – *trunculus* 468 t
 Muricoidea 468 t
 Muricidae (Leistenschnecken) 87 f 91 468 t
 Muschelkrebse (Ostracoden) 295
 Muschellinge (Molluscoidea) 226
 Muscheln (Bivalvia) 19 ff 27 f 40 43 f 49 69 85 ff 91 107 126 136 ff 143 ff 158 163 f 166 169 ff 173 176 184 ff 196 218 226 ff 240 242 250 ff 255 f 258 ff 321 342 f 350 374 ff 375* 378 383 f 396 432 481 t
 Muscheln, Anatomie 144*
 Muschellarven, schmarotzende 147
 Muschelsandböden 150
 Muschelwächter (*Pinnoteres pin-noteres*) 153
Musculus marmoratus (Flecken-muschel) 140* 150* 152 481 t
 Muskelfasern (Fibrillen) 196
 Muskeln 276 362 f 377 392
 Muskulatur 22 432
 Musterbildung 130*
 Mustererkennung 190
 Mutelidae 166 483 t
 »Mützenzipfel« (Apex) 47
Mya arenaria (Klaffmuschel) 177* 181 485 t
 Myidae 485 t
 Myoidea 485 t
 Myomere 454
 Myometamerie 454
 Myopside 206 487 t
 Myriothrochidae 313 494 t
Myriothrochus bruni 313 325 494 t
 Myrrhynidae 480 t
Mysella bidentata (Linsen-muschel) 172 484 t
 – *donacina* 172 484 t
 Mystacina (Buschwürmer) 229
 Mytiloidea 481 t
Mytilus edulis (Miesmuschel, Gemeine Miesmuschel) 140* 151 ff 158 374 481 t
 – *galloprovincialis* (Mittelländische Miesmuschel) 151 481 t
 Myxasteridae 498 t
 Myzostomidae 300
 Nabel 51
 Nabelschnecken (Naticidae) 85 468 t
 Nackenkieme 59
 Nacktaugenkalmare (Architeuthoidea) 298 487 t
 Nacktkiemer (Nudibranchia) 25* 96 103* 104* 113* 123 128 f 478 t
 Nacktungenschnecken 118
 Nachtschnecken 44 51 102 108* 110 128 130 134
 Nadelschnecken (Aciculidae) 69 464 t
 Nährreier 88
 Nährindividuen 245
 Nährspermien 67
 Nährtiere 451
 Nahrungsauswahl 997
 Nahrungsfangapparat 286
 Nahrungsgemeinschaft (Kommensalismus) 172
 Nahrungsrinnen (Brachiolen) 280 283 286 ff 296
 Nahrungswanderungen 191
 Nahtstellen (Syzgyien) 300
 Najaden (Unnioidea) 142* 163 165 483 t
Nannophiura 395 499 t
 Nannoplankton 453
 Napfschale 105
 Napfschaler (Tryblidiaceae) 20 f 23 27 43 f 47 ff 48* 145
 –, Anatomie 48*
 Napfschnecken (Patellidae, Patel-la) 57 ff 123 150 375 f 462 t
 Napoleon 117
Nardoa variolata 371*
Narona pusilla 92 469 t
Nassa 26*
 Nassariidae (Reusenschnecken) 91 469 t
Nassarius arcularis (Blasenreuse) 91 469 t
Natica clausa 468 t
 – *milieppuncta* (Gepunktete Nabellochschnecke) 468 t
 – *nitida* 468 t
 Nassidae 469 t
Nemacarus stercusmuscarum (Gepunktete Nabelschnecke) 55* 74* 85 468 t
 Naticidae (Nabelschnecken) 85 468 t
 Naticoidea 468 t
 Nautilidae (Perlboote) 24 189 f 192 193 ff 193* 486 t
 Nautiloidea 23* 24
Nautilus 24 193 486 t
 – *macromphalus* (Neukaledonisches Perlboot) 187* 193 486 t
 – *pompilius* (Gemeines Perlboot) 193 195 486 t
 – *scrobiculatus* (Salomons-Perlboot) 193 195 486 t
 Nebentacheln (Sekundärstacheln) 327 f 352
Nematomenia banyulensis (Schlundkegel-Glattfoot) 26* 31 35* 460 t
 – *corallophila* (Tarnglattfoot) 31 460 t
 – *flavens* (Gelber Glattfoot) 31 35* 460 t
 Nemeritis (Schnurwürmer) 20 32 226* 270
 Neommonoidea (Jura- und Kreide-Ammoniten) 27
 Neogastropoda (Neuschnecken) 87 468 t
Neolampadidae 337 496 t
Neomenia carinata (Kielmond-ling) 26* 31 31 k 32 35* 460 t
 Neomeniidae 30 460 t
Neometra 290 492 t
Neopilina bacesui 49 461 t
 – *bruni* 48 f 461 t
 – *ewingi* 49 461 t
 – *galathea* 48 48* 49 49* 461 t
 – *adenensis* 49 461 t
 – *veleronis* 49 461 t
Neotrigonia margaritacea 163 482 t
Neoturris pileata 149*
Neptunea antiqua (Neptunshorn) 88 469 t
 Neritoidea (Nixenschnecken) 61 463 t
 Neritidae 61 463 t
 Neritopsidae 61 463 t
Neritopsis radula 61 463 t
 Nerven 442
 Nervenbahnenüberkreuzung 95 f
 Nervenfasern, Nervenstrang 231 247 412 440
 Nervenknoten (Ganglion) 249 392 439 442 444 446 ff 452
 Nervenmasse 439
 Nervennetz (Plexus) 231 267 277 329 363 410 f 415 422 426
 Nervenpolster 415
 Nervenquerverbindung 48
 Nervenring 415 426
 Nervenstrang 452
 Nervensystem 20 22 53 260 277 279 287 303 307 328 f 363 422 426 439 442 452
 Nervenzellen 435
 Nervenzentrum 278 431
Nesovitreia 112 475 t
 – *hammonis* 475 t
 Nesselkapseln 31 f 132 f
 Nesselkapseltaschen 134
 Nesselsäcke 134
 Nesseltiere 30 f 49 78 83 88 132 ff 149 f 217 421
 Nesseltierkapseln (Cniden) 133
 Nestbaudende Feilenmuschel (*Lima hians*) 155 155* 482 t
 Netzaugen (Facettenaugen) 150
 Netzhaute 146 154 194
 Netzhornschnecke (*Bittium reticulatum*) 46* 77 465 t
 Netz-Kegelschnecke (*Gastrium textile*) 95 470 t
 Netzkien (Eulammellibranchien) 145 155 f
 Netzkoralle (*Retepora beaniana*) 233* 256 490 t
 Netzkorn (*Patiria miniata*) 365 373 380* 498 t
 Neubildung (Regeneration) 303 384 402 416
 Neukaledonisches Perlboot (*Nautilus macromphalus*) 187* 193 486 t
 Neumünder (Deuterostomia) 226 226* 263 266 271 273 409 f 431
 Neunaugen 432
 Neuralrohr 431 439 442 ff
 Neurocord (Kragenmark) 415 417
 Neurosensorische Zellen 442
 Neuschnecken (Neogastropoda) 87
Neswensia antarctica 101 471 t
 Nidamentaldrüse (Eischalendrüse) 189 199 205 212
 Niedere Tiere 20
 Nieren 22 454
 Nieren-Geschlechts-System (Urogenitalapparat) 22
 Nierstraß, H. F. 81
 Nipponites 27
 Nixenschnecken (Neritoidea) 61 463 t
Nolella alta 238 489 t
Nolellidae 252 489 t
 Noradrenalin 352
 Nordamerikanischer Kalmare (*Loligo pealei*) 191 207 207* 487 t
 Nordatlantische Spindelschnecke (*Buccinofusus berniciensis*) 91 469 t
 Nordatlantischer Scheibenschirm (*Opisthoteuthis agassizi*) 216 488 t
 Nordische Astarte (*Astarte borealis*) 142* 169 483 t
 – Lohschnecke (*Puncturella noachina*) 57 462 t
 Nordischer Kalmare (*Loligo forbesi*) 190* 207* 207 487 t
 – Kammstern (*Astropecten irregu-aris*) 365 497 t
 Norrevang 425
Notonechinus 283
 Norwegische Schiffsbohrmuschel (*Teredo norvegica*) 177* 182
 Notaeolidiidae 133 480 t
 Notaspidea (Flankenkiemer) 96 103* 123 128 478 t
 Notenwalze (*Voluta musica*) 92 469 t
 Notobranchiidae 125 477 t
Notobranchaea macdonaldi 477 t

- Notoditon mirandus* 40 461 t
Notocrinidae 290 492 t
Notocrinus 290 303 492 t
Notodiaphanidae 101 471 t
Notomya 364 498 t
Nucella lapillus [Steinschnecke] 56* 87 f 468 t
Nucleus [Bildungskern] 53
Nucula nucleus [Gemeine Nußmuschel] 139* 148 f 481 t
 – *proxima* 481 t
 – *sulcata* [Streifen-Nußmuschel] 149 149* 481 t
Nuculana fragilis 139* 148 481 t
 – *pella* 148 481 t
Nuculanidae 148 481 t
Nuculidae 148 481 t
Nudibranchia [Nacktkiemer] 25* 96 103* 104* 113 123 128 f 478 t
Nußmuscheln 23 481 t
Nuttalina 461 t
Nuttalochiton hyadesi 36* 40 49* 461 t
 – *thomasi* 40 461 t

Obelia dichotoma 133
 Oberhaut [Kutikula] 29 412 425 f 434
 Oberhautdrüse 419
 Oberlippe [Epistom] 228 f 231* 260
 Oberschlundnervenknoten [Cerebralganglion] 226
 Oberschlund-Nervenmasse 200
 Ochsenherz [Glossus rubicundus] 170 483 t
 Ockerstern [Pisaster ochraceus] 366 367 f 375 381 384 387 499 t
Octobranchia [Achtarmige Tintenschnecken] 195 209* 213 215 ff
Octopodidae 489 t
Octopodoidea [Kraken] 191 196 207 f 215 217 ff 221 f 225 489 t
Octopodoteuthidae 208 487 t
Octopodoteuthis sicula [Achtarmkalm] 208 487 t
Octopus 191 f 215 f 219 f 489 t
 – *aegina* 218 489 t
 – *defilippii* 191 489 t
 – *macropus* [Langarmiger Krake] 220 489 t
 – *vulgaris* [Gemeiner Krake] 192* 198* 217 f 219* 220 224* 489 t
Ocythoe tuberculata [Schmarotzerkrake] 222 489 t
Odinella nutrix 366 378 498 t
Odontaster validus 373 498 t
Odontasteridae 498 t
Odostomia conoidea 101 471 t
 – *eulimoides* 96* 101 471 t
Odostomidae 111 474 t
Oegophiurida 393 499 t
Oegopsioidea [Nacktaugenkalmare] 487 t
Oenopota turricula [Blaue Treppenschnecke] 95 469 t
 Offenes Blutgefäßsystem 414
 Ohrenwalze [Cymbium papillatum] 92 469 t
 Ohrform [Schale] 54
 Ohrförmige Glasschnecke [Eucoberesia diaphana] 112 475 t
 – Schlammuschnecke [Radix auricularia] 80* 105 472 t
Oikopleura albicans 453 502 t
Okenia elegans 131 479 t
Oldhamina 259 491 t
Oldhaminidae 259 491 t
Olea hansineensis 128 478 t

Oleacinoidea 115 475 t
Oleara marmoratus 463 t
Oligobranchia webbi 423 501 t
Oligobranchiidae 423 501 t
Oligobranchia 424 501 t
Oligophrea 288
Oligometra 289 492 t
Oliva flammulata [Geflammtke Oliven-schnecke] 56* 91 469 t
 – *maura* [Schwarze Oliven-schnecke] 56* 91 469 t
 – *porphyria* [Porphyrwalze] 91 469 t
 – *vidua* 469 t
Olivenschnecken [Olividae] 91 469 t
Ölkrug [Turbo olearius] 60 463 t
Omalogyra atomus 75 465 t
Omalogyridae 75 465 t
Ommatostrephes 188* 488 t
 – *sagittatus* [Pfeilkalm] 188* 204* 210 f 488 t
 – *volatilis* 211 488 t
Ommatostrephidae 210 488 t
Onchidiella celtica 123 476 t
 – *chilensis* 113* 123 476
 – *floridana* 123 476 t
Onchidiidae 118 123 476 t
Onchidina australis 123 476 t
Onchidium 123 124* 476 t
 – *peroni* 113* 476 t
 – *typhae* 113* 123 476
 – *verruculatum* 123 124 k 476 t
Onchidorididae 131 479 t
Onciophanta 310 494 t
 Ontogenie [Entwicklung des Einzeliers] 201
Onychoteuthidae [Hakenkalmare] 209 487 t
Onychoteuthis banksi [Gemeiner Hakenkalm] 188* 209 487 t
Oocorys sulcata 86 468 t
Oocorythidae 468 t
Oozoid [Salpe] 446 447 447* 448 451
Opalia crenata [Rote Wendeltreppe] 78 466 t
Operculum [Schalendeckel, Verschlussdeckel] 53 95 97 126
Ophedoesma grisea 317
Ophiacantha 408
 – *bidentata* 499 t
 – *eurythra* 396 499 t
Ophiacanthidae 402 499 t
Ophiactidae 394 402 499 t
Ophiavitis arenaosa 395 499 t
 – *savignyi* 407 f 499 t
 – *virens* 394 407 499 t
Ophiurachna incrustata 391 500 t
Ophiasteria ophioides [Violet-roter Seestern] 365 387 498 t
Ophiocanopidae 393 499 t
Ophiocanopus fujensis 392 f 499 t
Ophioclitonidae 500 t
Ophiocoma 395 500 t
 – *scolopendrina* 395 397 500 t
Ophiocometidae 394 402 500 t
Ophiocometina nigra [Schwarzer Schlangenstein] 395 398 500 t
Ophiocotus sericeum 500 t
Ophiophane materna 399 499 t
Ophioderma brevispina 400* 500 t
 – *longicauda* [Brauner Schlangenstein] 389* 394 500 t
Ophiodermatidae 394 500 t
Ophiopleura 392*
Ophiopelipidae 394 397 500 t
Ophiopleuridae 500 t
Ophiomastix annulosa 390*
Ophiomitrella falklandica 401 499 t

Ophiomusium lymani 408 500 t
Ophiomyxa 395 499 t
Ophiomyxidae 499 t
Ophiomereis reticulata 395 500 t
Ophionotus hexactis 401 500 t
Ophiopholis aculeata [Gänseblümchen-Schlangenstein] 394 401 407 499 t
Ophiophragmus filigranus 393 499 t
Ophiopluteus 400 400*
Ophiopsila annulosa 399 500 t
 – *aranae* 402 500 t
Ophiopronotus 392*
Ophiophaera insignis 399 500 t
Ophiotrichidae 394 400 500 t
Ophiotrix 392* 395 400* 500 t
 – *fragilis* [Zerbrechlicher Schlangenstein] 390* 394 398 402 405* 407 500 t
 – *quinquemaculata* 394 403 500 t
Ophiura 400 408 500 t
 – *albida* [Heller Schlangenstein] 393 394 402 404* 500 t
 – *sarsi* 394*
 – *texturata* [Schuppiger Schlangenstein] 390* 394 f 401 407 500 t
Ophiurida 394 396 400 407 499 t
Ophiuroidea [Schlangensterne] 81 272* 274 ff 275* 284 300 350 374 376 383 391 ff 392* f 395* 401* 499 t
Opisthopneumon 118
Opisthopodium 184
Opisthototeuthidae [Scheibenschirme] 216 488 t
Opisthototeuthis [Scheibenschirm] 190 488 t
 – *agassizi* [Nordatlantischer Scheibenschirm] 216 488 t
Opisthobranchia [Hinterkiemer] 53 123
 Optische Reize 363
 Orangen-Porzellanschnecke [Cypraea aurantium] 84 467 t
Orbitellidae 60 463 t
Orcula dolium [Kleine Faßschnecke] 109 473 t
 – *fuchsi* [Faßwindelschnecke] 109 473 t
Orculidae [Windelschnecken] 108 473 t
Oreasteridae [Kissensterne] 362 365 373 379* 386* 498 t
Oreohellicidae 115 475 t
Orthalicidae 111 474 t
Orthoceras 24
Orthoconus 421
Orthothura 108 472 t
 Ortstreue 68
Oscanius 129 478 t
 – *tuberculatus* 103* 119* 129
Osphradien [Prüforgan, Prüfwerkzeuge] 21 37 44 51 137 193 195
Ossa sepiae [Sepienknochen, Schulp] 204
Ostracoden [Muschelkrebse] 295
Ostracodermata 432
Ostrea edulis [Europäische Auster] 141* 156 f 482 t
 – *folium* 482 t
 – *frons* 482 t
Ostreidae [Austern] 19 82 141* 149 151 153 155 156 ff 173 179 228 235 f 250 482 t
Ostreoidae 482 t
Otina otis 107 472 t
Otinidae 107 472 t

Otoconchidae 112 472 t
Ovatella myosotis 107 472 t
Ovovivipar 98 108
Ovulidae 83 467 t
Oxychilus cellarius [Kellergranzschnecke] 112 115 475 t
Oxygyrus keraudreni 85 467 t
Oxyone olivacea 90* 127 477 t
Oxyonidae 477 t
Oxyonoida 127 477 t
Oxyonidei 126 477 t
Ozeana 220 489 t
 – *cirota* [Zirrenkrake] 220 220* 489 t
 – *moschata* [Moschuskrake] 220 489 t

 Paarkiemer [Pleurotomarioidea] 51 54 57 f 562 t
 Paarung 220 399 411
 Paarungsspiel 204
Pachydiscus seppenradensis 27
Paedophoropodidae 81 466 t
Paedophoropus discoelobius 81 466 t
Paladilhia 70 464 t
 – *bourguignati* 70 464 t
Paladilhiopsis 70 464 t
Palaeoloricata 28
Palaeopneustidae 337 497 t
Palaeostomatidae 338 497 t
 Paletten 182 f
 Pallas, Peter Simon 453
 Pallialraum [Mantelhöhle, Mantelraum] 19 21 30 ff 37 38* 51 195 f 203 206 220 ff
Pallocoecum [fühlerartiger Fortsatz des Mantelraums] 101
Paludicella 250
 – *articulata* [Leitungsmoos] 252 254*
Paludicella 251 489 t
Paludicellidae 252 489 t
Paludina vivipara 63 463 t
Pandora inaequalis [Büchsenmuschel] 178* 184 486 t
Pandoridae 184 486 t
Pandoroidea 486 t
Pantherschnecke [Cypraea pantherina] 84 467 t
Pantoffelschnecke [Crepidula fornicata] 46* 82 82* 466 t
 Panzergeißeltierchen 252 261
 Papierboot [Argonauta argo] 198* 221* 222 225 489 t
 Papierbootartige Kraken [Argonauta] 221 489 t
 Papillen 278 306 392 394 424 f 430 444
 – [als Kiemenersatzbildungen] 30
 Papillenwülste 422
 Papstkrone [Mitra papalis] 92 469 t
 Papulae 363 ff
Paracaudina 313 316 316* 494 t
 – *chilensis* 318 321 494 t
Paracentrotus lividus [Steinseeigel] 331 f 340 344 351 353 f 496 t
Paracucumidae 309 493 t
Paracucumis 309 493 t
Paramuricea chamaeleon 233* 282* 450*
 Parapodien [Fußlappen] 25* 52 97 f 102 118 124 126
Parasagitta elegans 267 492 t
Parasalenia 332 496 t
Parasalenidae 332 496 t
Parastichopus californicus 323
 Parthenogenese [Jungfernzeugung] 77

- Partulidae 108 472 t
 Paryphantidae 474 t
 Patella [Napfschnecken] 150 462 t
 — *coerulea* [Blaue Napfschnecke] 45* 58 462 t
 — *rustica* [Lusitanische Napfschnecke] 58 462 t
 — *vulgata* [Gemeine Napfschnecke] 26* 58 58* 74* 462 t
 Patellacea [Balkenzünger] 57 59
 Patellidae [Napfschnecken] 57 ff
 375 f 462 t
 Patina *pellucida* [Blaugebänderte Napfschnecke] 57 462 t
 Patinapta *crosslandi* 172
 Patiria *miniata* [Netzstern, Falscher Amerikanischer Kissenstern] 365 373 380* 498 t
 Paxillen 362* 364 ff 381
 Paxillosa 364 378 497 t
 Pazifische Plattmuschel [*Macoma nasuta*] 179 485 t
 Pecten *jacobaeus* [Pilgermuschel] 142* 154 154* 374 383 482 t
 — *maximus* [Große Kammuschel] 154 159* 482 t
 Pectinidae [Kammuscheln] 101
 101* 141* 146 151 153 f 174 228 482 t
 Pectinoidea 153 482 t
 Pectinometra 290 492 t
 Pectunculus *glycimeris* 481 t
 Pedicellarien 327 331* 353 363* 364 f
 Pedicularia *sicula* [Porzellanschale] 84 467 t
 Pedinidae 330 495 t
 Pedinoidea 330 495 t
 Pelagothuria 310 315 494 t
 — *ludwigi* 301*
 Pelagothuridae 309 310 494 t
 Pelagothuriidae 305 310 494 t
 Pelocypoda [Beilfüßer] 143
 Pelikanfuß [Aporrhais *pespelecani*] 55* 82 467 t
 Pelmatosoa [Festsitzende Stachelhäuter] 280 284
 Pelseneria *profunda* 84 466 t
 — *stylifera* 81 466 t
 Peltodoris *atromaculata* [Leopardenschnecke] 104* 119* 130 f 478 t
 Penetantiidae 252 490 t
 Peniagone 310 494 t
 Penis 52 68
 Penteracera *mammillatus* 377 379* 498 t
 — *tuberculatus* 379*
 Pentacoela (Tiere mit fünfteiler Leibeshöhle) 409 ff 422 f 426 500 t
 Pentacrinus *stadium* [Seelilienstadium] 297 ff
 Pentactularia 320 320* 321
 Pentametrocrinidae 290 493 t
 Pentametrocrinus *tuberculatus* 304*
 — *varians* 304*
 Pentremites 280
 Peracle *reticulata* 102 471 t
 Peracidae 471 t
 Peracloidea 471 t
 Percosmidae 338
 Perforatella *incarnata* 89* 476 t
 — *rubiginosa* [Rotbraune Laubschnecke] 116 476 t
 Peribranchialraum 440 ff 445 452 454
 Pericosmidae 338 497 t
 Perikard (Herzbeutel, Herzblase) 19 22 31 f 156 215 415 423 426 431 439
 Pteringia *ulvae* [Gemeine Wattschnecke] 63* 70 464 t
 Perinotum [Mantelrandgürtel] 37 f
 Perischoechinoidea 326 330 495 t
 Periostracum [Schalenoberschicht] 43* 44 117 145 148 150 152 f 164 169 f 260
 Perlboote [Tetrabranchiata, Nautilidae] 24 187* 189 f 192 193* 193 ff 196 199 202 486 t
 Perlen 19 44 145 152 f 156 164 164*
 —, Erblinden 153
 Perlenbildung 44 152 f 163 f 193
 Perlenfischerei 147 153
 Perlenzucht 147
 Perlmuschel 151 ff
 Perlmuschelzüchter 153
 Perlmutter 19 61 153 166 179 183 186
 Perlmutterschicht 43* 44 145 151 163 184
 Peronina *alter* 476 t
 Perophora 444
 Perostoma 479 t
 Petrona *nifaj* 92 469 t
 Persicula *clandestina* 469 t
 — *miliaria* 469 t
 Petalodien [Blütenblattähnliche Felder] 328 332 338 349
 Petricola *lithophaga* [Steinesser] 176 179 485 t
 — *pholidiformis* [Amerikanische Bohrmuschel] 176 485 t
 Petricolidae 485 t
 Petrosia *ficiformis* 131
 Peysonellia 40
 Pfeffermuschel [*Scrobicularia plana*] 168* 179 485 t
 Pfeilkalm [Ommatostrephes *sagittatus*] 188* 204* 210 f 488 t
 Pfeilkalmar *larve* 188*
 Pfeilsack 115
 Pfeilwürmer (Chaetognatha, Homalopterigia, Sagittoidea) 266 ff 267* 271* 411 491 t
 —, Anatomie 167*
 Pfeilzünger [Toxoglossa] 95 469 t
 Pferdeactinie [*Actinia equina*] 135
 Pferdehufmuschel [*Hippus hippopus*] 167* 175 484 t
 Pfeilgürtel (Phorozoide) 451
 Phallusia *mammillata* 438* 439 t
 Phanerozoidea [Randplatten-Seesterne] 362 362* 364 373 387 497 t
 Phasianellidae 60 463 t
 Phenacopidae 463 t
 Philine *catena* 98 470 t
 — *quadrifurcata* [Seemandel] 79* 98 129 131 470 t
 Philinidae 98 470 t
 Philinoglossa *helgolandica* 98 470 t
 — *remanei* 98 470 t
 Philinoglossidae 98 470 t
 Philinoidea 98 124 470 t
 Philippia *hybrida* 76 465 t
 Philobrya *setosa* 150 481 t
 Philomycidae 112 474 t
 Philomycus *carolinensis* 112 474 t
 Pholadidae 182 f 486 t
 Pholadomya *candida* 184 486 t
 Pholadomyidae 184 486 t
 Pholas *dactylus* [Gemeine Bohrmuschel] 181 f 486 t
 Phoronidea [Hufeisenwürmer] 20 226 226* 227 ff 228* 230* 231* 236* 253* 258 f 263 489 t
 Phoronis 236 f 236* 489 t
 — *architecta* 237 489 t
 — *australis* 237 489 t
 — *gracilis* 237 489 t
 — *hippocrepia* 229* 231 235 ff 489 t
 — *mülleri* 237 253* 489 t
 — *ovalis* 231 235 f 489 t
 — *pacifica* 237 489 t
 — *psammophila* 237 253* 489 t
 — *vancouverensis* 237 489 t
 Phoronopsis 237 489 t
 — *viridis* 231 237 489 t
 Phorozoide [Pfeilgürtel] 451
 Phosphoreszierendes Licht 85
 Photogenae 199
 Phragmokon 27
 Phragmomorpha 491 t
 Phragmophora 267
 Phragmoceras 24
 Phricometra 303
 Phryncrinidae 293 493 t
 Phrynciuridae [Medusensterner] 391 f 393 396 407* 499 t
 Phylactolaemata [Armwirbler] 238
 Phyllalysia *depressa* 124 477 t
 Phyllidiidae 131 479 t
 Phyllidia 479 t
 Phyllidiidae 479 t
 Phyllirhidae 479 t
 Phylliroe *bucephala* [Beilschnecke] 113* 132 135 479 t
 Phyllocerata 27
 Phylloporidae 309 493 t
 Phylogenie (Stammesgeschichte) 33 38 144 146 192 201 266 270 279 f 283 f
 Phymosomatidae 331 495 t
 Phymosomatoida 331 495 t
 Physa *acuta* [Spitze Blasen-schnecke] 106 472 t
 — *fontinalis* [Quellenblasen-schnecke] 80* 106 472 t
 Physidae [Blasenschnecken] 106 472 t
 Phytal [Algenzone] 60
 Pickford, Grace E. 213 f
 Pigmentbecher 150
 Pigmentfleck 454
 Pigmentkörner 285
 Pilgermuschel [*Pecten jacobaeus*] 142* 154 154* 374 383 482 t
 Pinctada *margaritifera* [Große Seepermuschel] 140* 152 482 t
 Pinguine 191
 Pinna *nobilis* [Steckmuschel] 140* 153 162* 482 t
 Pinnidae 153 482 t
 Pinnixa 321
 Pinnotheres *pinnotheres* [Muschelwächter] 153
 Pinnula, Pinnulae [Fiederchen, Fühlerfortsätze] 286 ff 293 ff 299 f 423 425 f
 Piretia 111 474 t
 Pirenella *conica* 77 465 t
 Pisania *striata* [Klipphorn] 88 469 t
 Pisaster *brevispinus* 376 499 t
 — *giganteus* 360
 — *ochraceus* [Ockerstern] 366 367 f 375 381 384 387 499 t
 Pisidium (Erbsenmuscheln) 170 483 t
 — *ammicum* [Große Erbsen-muschel] 142* 170
 — *casertanum* [Gemeine Erbsen-muschel] 170 483 t
 — *torquatum* [Band-Erbsen-muschel] 170 483 t
 Pitaria *chione* [Braune Venus-muschel] 485 t
 Placenta *placuna* [Kuchenschnecke] 156 156 k 482 t
 Placida *dendritica* 128 478 t
 Placiphorella 40 f 461 t
 — *velata* 41 461 t
 Placobranchidae 477 t
 Placophora [Käferschnecken] 20 f 23 23* 28 f 29* 36* 37 38 ff 41 44 47 f 51 148 172 375 460 t
 Placostylus *fibratus* 111 474 t
 Placothuria 309 493 t
 Placothuriidae 309 493 t
 Placunidae 156 482 t
 Planaxidae 76 f 465 t
 Planchothuriidae 313
 Planctomya *henseni* 163 482 t
 Planctosphaera *pelagica* 411 501 t
 Planctosphaerida 411
 Planctothuriidae 310 494 t
 Plankton (Geschwebe) 102 232 235 246 261 264 268 f 295 f 300 305 316 f 320 324 344 354 381 397 ff 407 411 414 416 425 451
 Planktonnahrung 227 231
 Planktontiere 267 396
 Planktotrophe Larven 232
 Planorbis *corneus* [Posthornschnecke] 80* 106 472 t
 Planorbidae [Tellerschnecken] 101 106 f 472 t
 Planorbis *carinatus* [Gekielte Tellerschnecke] 106 472 t
 — *planorbis* [Flache Tellerschnecke] 106 472 t
 Plastizität [Anpassungsvermögen] 23
 Plasteria 284 497 t
 — *latiradiata* 284 364 497 t
 Plasteridae 364 497 t
 Plate, L. 42
 Platevindex 123 476 t
 — *granulosa* 113* 123 476 t
 — *montana* 123 476 t
 Platte Tellmuschel [*Tellina tenuis*] 179 485 t
 Plattfische 180 402
 Plattmuschel [Tellinidae] 179 485 t
 Plattwürmer 20 128 226*
 Platysterida 364 497 t
 Plectolophus Typ 260 265
 Plectonoceras 24
 Plesiodiadem *indicum* 336*
 Pleurobranchia 129 478 t
 — *meckeli* 103* 129 478 t
 Pleurobranchidae 129 478 t
 Pleurobranchus *membranaceus* 129 478 t
 Pleuroceridae 76 f 465 t
 Pleurodonta 475 t
 Pleurogona 440 444 f 502 t
 Pleuroprocta 480 t
 Pleurotoma *undatiruga* 469 t
 Pleurotoma *adansoni* [Westindische Schlitzbandschnecke] 54 462 t
 — *beyrichi* [Millionärschnecke] 53* 54 462 t

- Pleurotomarioidea [Paarkiemer] 51 54 57 f 462 t
Pleurotomariidae [Schlitzband-schnecken] 54 92 462 t
Pleurotomella 95 470 t
— *recondita* 95 470 t
Plexus [Nervennetze] 231 267 277 329 363 410 f 415 422 426
Plinius 153 157 192 328
Pliolampadidae 337 496 t
Plumatella 249 f 257 491 t
— *fungosa* 254* 257 491 t
— *repens* 243* 257 491 t
Plumatellidae 257 491 t
Pluscula cuica 98 470 t
Pluteus 400
Pneumodermatidae 125 477 t
Pneumodermom 126 477 t
— *mediterraneum* 125* 126 477 t
— *vidaceum* 477 t
Pneumodermopsis ciliata 125* 126 477 t
Pogonophora [Bartwürmer] 409 ff 422 f 425 f 430 433 501 t
Poiretia 111
Polarfuchs 351
Polarisationsrichtung [Schwingungsrichtung] des Lichts 200
Polarisiertes Licht 69
Polische Blasen 81 307
Polsterschnecke [Jorunna tomentosa] 131 478 t
Polybrachia annulata 423*
Polybrachiidae 423 501 t
Polybranchidae 127 478 t
Polycera quadrilineata 103* 131 478 t
Polyceridae 131 479 t
Polyceroidea 479 t
Polychaeta [Borstenwürmer] 32 76 101 143 235 299 321 342 350 381 f 396
Polyembryonia 242 246
Polygyridae 475 t
Polymita [Buntschnecken] 118 475 t
— *picta* [Kubanische Buntschnecke] 118 476 t
»Polypen« 217 373
Polypenstöcke 411 421
Polypentierchen 299
Polypid 237* 238* 338 ff 241* 246* 248 f 251 f 255 ff
Polyplacophora [Vielschaler] 48
Pomatias elegans [Gemeine Landdeckelschnecke] 46* 68 f 464 t
Pomatiasidae [Landdeckelschnecken] 68 464 t
Pomus [Apfelschnecken] 67
Porania 373 498 t
Poraniidae 498 t
Porcellanaster coerules 364 385* 497 t
Porcellanasteriidae 364* 373 388 497 t
Poromya granulata 178* 186 486 t
Poromyidae 186 486 t
Porostomata 131
Porphyrywalze [*Olivia porphyria*] 91 469 t
Porpita porpita 121*
Portugiesische Auster [*Crassostrea angulata*] 157 482 t
Porzellan 84
Porzellanschale [*Pedicularia sicula*] 84 467 t
Porzellanschnecken [Cypraea] 72* 83 92 467 t
Posidonia 269
Posthörnchen [Spirulidae] 202 f 214 487 t
Posthornschnecke [*Planorbis cornuus*] 80* 106 472 t
Potamididae 465 t
Potamogyrus jenkinsi 70 464
Poteriidae 63 463 t
Pottwal 191 208 ff
Pourtalesia 356 496 t
— *jeffreysi* 337 496 t
— *paradoxa* s. *Echinisigra* [*Pourtalesia*] *paradoxa*
Pourtalesidae 337 496 t
Präannular 424
Primärfußchen 344 349 400*
Primärlarve 227* 297
Primärstacheln 327
Primärstachel 299 320 344
Primärzitrin 213
Primärzooide 246 249* 256
Prionocidaris baculosa 336* 344
Prismenschicht 43* 44
Prochaetoderma raduliferum [Einfacher Doppelschildfuß] 33* 37 460 t
Prochaetodermatidae 33 f 460 t
Procymbulia valdiviae 102 471 t
Procymbuliidae 471 t
Producta 258 491 t
Productus giganteus 259 491 t
Promachocrinus kerguelensis 299
Proneomenia sluiteri 31 460 t
Propidium ancyloide 58 f 462 t
Protichthofenia 259 491 t
Prosobranchia [Vorderkiemer] 53
Prosoma [Vorderkörper] 240* 410 412 418 423 430
Protandrie 75 127 269
Protankyra bidentata 172
— *similis* 324
Proterandrie 452
Proterobranchia [Fiederkiemer] 144 ff 145* 147 147 ff 185 481 t
Protoceol 277 410
Protoconchen 48
Protoglossus 417 500 t
— *koehleri* 414* 417 500 t
Protonephridien [Keimlingsnierenorgane] 107
Protoreaster lindki 365 379* 498 t
Protosoma [Vorderkörper] 410
Protostomia [Urmünder] 226 263 271 273
Protozoa [Einzeller] 49 137 299 317
Prüforgane, *Prüfwerkzeuge* [Oosphradien] 21 37 44 51 137 193 195
Pruvotina impexa 31 35* 460 t
— *providens* 32 460 t
Psammecinus miliaris [Strandseigel] 332 338* 340 343 350 351* 354 f 496 t
— *microtuberculatus* [Kletterseigel] 332 339 354 496 t
Pseudoanodonta complanata [Flache Teichmuschel] 165 483 t
Pseudoconcha [innere Schale] 102
Pseudocentodont 149
Pseudolamellibranchiat 155 163
Pseudovermis 134 480 t
Pseudovermis kowalevskyi 480 t
— *papillifer* 134 134* 480 t
— *salamandrops* 134 480 t
— *schulzi* 134* 480 t
Psolidae 309 493 t
Psolus 316 316* 319 f 323 f 493 t
— *antarcticus* 319 493 t
— *phantopus* 309 493 t
Psychropes 310 494 t
— *raripes* 302*
Psychroptidae 310 494 t
Ptenoglossa [Fiedierzünger] 77 f 466 t
Pteraster pulvillus 498 t
Pterasteridae 364 366 381 388 498 t
Pteria hirundo [Vogelmuschel] 152 482 t
Pteriidae 152 482 t
Pterioidea 152 f 482 t
Pterobranchia [Flügelkiemer] 409 ff 418 ff 426 433 500 t
Pterocera chingra [Teufelskrallen] 83 467 t
Pteropoda [Flügelnschnecken] 23 102 125
Pterosagitta draco 268 271* 492 t
Pterosagittidae 268 492 t
Pterotrachea coronata 85 467 t
— *mutica* 85 467 t
Pterotracheidae 85 467 t
Pterygoteuthis giardi 208 487 t
Ptilocrinus 293
Ptychodera 413 415 f 418 500 t
— *flava* 418 500 t
Ptychoderidae 412 f 416 f 418 500 t
Pulmonata [Lungenschnecken] 27 50 62 102 105
Pulsellum lofotense 139* 143 481 t
Pümpwurm [*Sabellaria spinulosa*] 176
Punctum pygmaeum [Zwergschnecke] 111 474 t
Puncturella noachina [Nordische Lochschnecke] 57 462 t
Pupilla muscorum [Moos-schraube] 109 473 t
Pupillidae 473 t
Pupilloidea 473 t
Pupille 203
Pupillidae [Windelschnecken] 108 473 t
Pupinidae 63 463 t
Purpur 87
Purpura haemostoma 468 t
— *lapillus* 468 t
— *patula* 87 468 t
Purpurdürse 87
Purpurschnecke [Trunculariopsis trunculus] 56* 87 468 t
»Purpurschnecke des Süßwassers« 106
Purpurschnecken 192
Purpursseigel [Strongylocentrotus purpuratus] 335* 340 344 496 t
Purpurnster [Echinaster sepositus] 365 370* 384 387
Pusia tricolor [Buntschnecke] 88 468 t
Pustularia moneta 467 t
Pustulzangen 327
Pycnodonta folium [Blattauster] 157 157* 482 t
— *frons* [Klammeraster] 157 157* 482 t
Pygope 259 491 t
Pylorusdrüse 442
Pyramidellidae 101 471 t
Pyramidelloidea 471 t
Pyramidenschnecke [Pyramidula rupestris] 109 115 473 t
Pyrene scripta 468 t
Pyrenidae [Birnenschnecken] 88 468 t
Pyrosoma 445 f 502 t
— *atlanticum* 446 502 t
Pyrosomatidae [Feuerwalzen] 445* 445 ff 451 502 t
Pyrosomidae 502 t
Pyruridae 502 t
Quahog-Muschel [*Mercenaria mercenaria*] 176 179 485 t
Quallen 85 132 211 216 269 317
Quellenblasenschnecke [*Physa fontinalis*] 80* 106 472 t
Quellenschnecke [*Bythinella austriaca*] 70 464 t
Quincunx-Anordnung 248
Racimos de mar 205
Räderorgan 236
Rädertiere 166 236 238
Radialgefäß 329 364
Radialkanal 276 286 299 306 f 320 328 f 361 363 f 392 400
Radialnervenstränge 392
Radialplatten 286 293 298 f
Radiärnerven 278 383 402
Radiärsymmetrie 275
Radiolarien [Strahlentierchen] 49 238 252 261 295 317 343 373 396 419
Radius [Mehrzahl: Radien], *Arm* [Stachelhäuter] 276 278
Radix auricularia [Ohrförmige Schlammschnecke] 80* 105 472 t
— *peregra* [Wandernde Schlammschnecke] 105 472 t
Radula [Raspelzunge] 20 22 24 31 31* 33* 34 37 f 52 57 63 67 75 77 f 81 f 85 ff 92 95 98 101 f 125 f 128 132 134 136 ff 137* 143 189 f 193 194 f 207* 215
Ragout fin en coquilles 154
Raims de mar 205
Raisin de la mer 205
Randkerben [Inciuren] 38 f
Randlamelle 255
Randplattens 362 364 ff
Randplatten-Seesterne [Phanerozonia] 362 362* 364 373 387 497 t
Rankenfüßer 180
Raspelplatte 251
Raspelzunge [Radula] 20 22 24 31 31* 33* 34 37 f 52 57 63 67 75 77 f 81 f 85 ff 92 95 98 101 f 125 f 128 132 134 136 ff 137* 143 189 f 192 ff 207* 215
Rathouisia leonina 118 476 t
Rathoussiidae 118 476 t
Ratte 352
Raubglanzschnecke [*Daudebardia rufa*] 89* 115 475 t
Raubglanzschnecken [*Daudebardia*] 115 475 t
Raubschnecke [*Testacella haliotidea*] 111 115 116 k 475 t
Raubschnecken [Testacellidae] 115 475 t
Rauchfangmuscheln [*Clavagella*] 185 178* 486 t
Rauhe Strandschnecke [*Littorina saxatilis*] 68 464 t
— *Venusmuschel* [*Venus verrucosa*] 168* 176 485 t
Reaktionsfasern [Arbeitsfasern] 144
Rectangulata 255 490 t
Regelmäßige [reguläre] Seeigel 283 326 328 ff 332 338 f 339* 342 f 351 353
Regenbogenhaut [Iris] 190
Regeneration [Neubildung] 303 384 402 416
Regenerationsfähigkeit, *Regenerationsvermögen* [Erneuerungsfähigkeit] 353 402
Regenerationskegel 303
Regenwürmer 20 115 317 f
Reguläre [regelmäßige] Seeigel

- 283 326 328 ff 332 338 f 339*
342 f 351 353
- Reihenähnliche Muscheln (Taxodontia) 139* 149 481 t
- Reize 190 196 249 383 393 415
–, mechanische 231
- Reizleitungssystem 44
- Rektaldrüse (Enddarm-Anhangdrüse) 136
- Remane, A. 240
- Rendel 440
- Reptilien 431
- Retepora beani (Netzkoralle)
233* 256 456* 490 t
- Reteporidae 256 490 t
- Retinella radiatula 475 t
- Reteporidae 256
- retrogrades Stemm-Schieben 51
- Retusa 97 470 t
- obtusa 98 470 t
- trunculata 79* 98 470 t
- Retusidae 98 470 t
- Reusenschnucken (Nassariidae)
91 469 t
- Rhabdopleura 419 ff 500 t
- normani 419* 422 500 t
- striata 421 500 t
- Rhabdopleuridae 418 421 422
500 t
- Rhinocodilis nasuta 115 475 t
- Rhinophoren (Geruchsfühler) 96
127 129 131 f
- rhipidoglosse Radula (Fächer-
Raspelzunge) 57 59
- Rhizocrinus 304 493 t
- lufotensis 292* 293 493 t
- Rhodope 135 f
- veranyi 113* 123 476 t
- Rhodopidae 123 476 t
- Rhopalodina 309 316 316* 493 t
- lageniformis 301*
- Rhopalodinae 309 493 t
- Rhopalomenia (Schmarotzer-
schlauch) 31 f 460 t
- Rhynchodiaris triplopora 349
- Rhynchonellidae 265 491 t
- Rhynchoteuthis 188* 211 488 t
- Rhythidiidae 474 t
- Richthofenia 259 491 t
- Richthofeniae 259 491 t
- Richtungssinn 454
- Richtungssinn 200
- Riechfühler 130 132
- Riechgrube 200
- Riechwerkzeuge 213
- Riedl, Rupert 410 422 445
- Riesenauster (Crassostrea gigas)
141* 157 482 t
- Riesenformen 27 91 111 124 259
- Riesenkalmar (Architeuthidae)
209 f 487 t
- Riesen-Kreiselschnecke (Tectus
miloticus) 59 462 t
- Riesenlochschncke (Lucapina
crenulata) 74* 462 t
- Riesenschnecken (Tridacnidae)
161* 167* 174 f 484 t
- Riesenschnecke (Achatina fulica)
111 474 t
- Riesenspermien 77*
- Riesentintenfische 208
- Riesentintenschnecken 209
- Riffmuscheln (Trapeziidae) 171
483 t
- Rindenkorallen 152
- Ringelwürmer 23 48 49 143 226*
236 250 423 f 430
- Ringgefäß 287 306 308 329 363 f
393 410
- Ringkanal 276 f 286 307 328 363
- Ring-Kauri (Monetaria anulus)
84 467 t
- Ringnerv 278 307
- Ringula auriculata 97 470 t
- Ringulidae 97 470 t
- Ring-Kaurischnecke (Monetaria
anulus) 84 467 t
- Rinne 21
- Rippen-Käferschnecke (Lepido-
pleurus caejatus) 36* 39 461 t
- Rippenquallen (Ctenophora) 211
350 381
- Risso, G. A. 69
- Rissoa inconspicua 464 t
- violacea 69 464 t
- Rissoacea 69
- Rissoella glabra 75 465 t
- Rissoelloidea 75 465 t
- Rissoidae 69 464 t
- Ritterhelm (Syrinx proboscidi-
ferus) 91 469 t
- Robben 191 204 373
- Rochen 191 204 206
- Roggenkornschncke (Abida se-
cale) 109 473 t
- Röhre 228 232 238 f 245 251 f 255
259 262 f 412 415 417 419* 421 f
425 430
- Röhrenholothurie (Holothuria
tubulosa) 301* 310 312* 318 324
494 t
- Röhrenhorn (Colus gracilis) 88
469 t
- Röhrenschaler (Scaphopoda) 136
- Röhrenwürmer 226 f 250 350 375
- Rohrfortsatz (Sipho) 24 91 145
169 ff 193 202
- Rosafarbener Stilet-Leistenfuß
(Genitoconia rosea) 30* 31 35*
460 t
- Rossia caroli 225* 487 t
- macrosoma (Große Rossie)
205 224* 487 t
- mastigophora 187* 206 487 t
- Rossien 206
- Rostanga rubra 131 478 t
- Rostrum 27
- Rotbraune Laubschnecke (Perfora-
tella rubiginosa) 116 476 t
- Rote Bohne (Macoma baltica)
179 485 t
- Käferschnecke (Callochiton
laevis) 36* 40 461 t
- Seescheide (Halocynthia papil-
losa) 403* 428 441 f 444 449*
- Wendeltreppe (Opalia crenata)
78
- Roter Blutfarbstoff (Hämoglobin)
106 261
- Kammstern (Astropecten aran-
ciacus) 358* 365 368 374 f 386*
387 497 t
- Schmetterling (Gasteropteron
rubrum) 26* 98 101 119* 470 t
- Rotkeulige Fadenschnecke (Cal-
mella cavolini) 134 480 t
- Rötliche Raubglanzschnecke
(Daudebardaria rufa) 115 475 t
- Rotmund-Leistenschnecke (Thais
haemastoma) 87 468 t
- Rotrückige Fadenschnecke (Cory-
phella verrucosa) 133 480 t
- Rotula orbicularis 337 348* 496 t
- Rotulidae 337 496 t
- Rückbildung der Schale 204* 205
- Rückbildungen 33 33*
- Rückdrehung des Mantelraums
118 123 126 129
- Rückenanhänge (Cerata) 118 126 f
129 131 ff
- Rückenaue, eingekehrtes 124*
- Rücken-Fuß-Muskeln (Dorsoven-
tral-muskulatur) 19 22 32 37 f
50*
- Rückengefäß 426
- Rückenhaut 19
- Rückenmark 412 432 f 439 454
- Rückenmarktiere 412 415
- Rückenplatten 38 f 42 44 286 ff
- Rückensaiten (Chorda dorsalis) 413
432 f 439 f 443 ff 451 f 454
- Rückenschale 38
- Rückenstamm 415
- Rückgrattiere (Chordata) 409
411 ff 431 ff
- Rückstoß 191 194 215 222 453
- Rückstoßschwimmen 191
- Ruderfüßer (Copepoden) 295 299
451
- Ruderschncken (Gymnosomata)
90* 102 118 124 f 477 t
- Rudisten 28
- Rumina decollata (Stumpf-
schnecke) 110 474 t
- Rumpf, Georg E. 194
- (Hinterkörper) 419
- Rumpfmuskulatur 393 454
- Runcina 97 470 t
- hancocki 97* 98 470 t
- Runcinidae 97 470 t
- Runde Langfühlerschnecke
(Bithynia leachi) 70 464 t
- Thracie (Thracia convexa) 184
486 t
- Rundkopfdelphin (Grampus gri-
seus) 219
- Rundmäuler (Cyclostomata) 432
- Rundwürmer 226*
- Runzeliger Felsenbohrer (Saxi-
cava rugosa) 180
- Rüssel 31
- Sabellaria spinulosa (Pümpwurm)
176
- Saccoglossa (Schlundsackschnek-
ken) 90* 96 101 104* 126 f 126*
132 135 171 477 t
- Saccoglossus 412 f 417 500 t
- horsti 417 500 t
- kowalevskiyi 416* 427*
- mereschkowskyi 427* 500 t
- pusillus 415 417 500 t
- pygmaeus 417 500 t
- Sacculidae 83 476 t
- Sacculus okai 83 467 t
- Saccus (Blindsack) 126
- Sägezahn (Donax trunculus) 179
485 t
- Sagdididae 475 t
- Sagitta bipunctata 267 267* 268*
271* 492 t
- setosa 267 268* 492 t
- Sagittidae 267 492 t
- Sagittoida (Pfeilwürmer) 266
267* 267 ff 271* 411 491 t
- Saleniidae 331 495 t
- Salenoida 331 495 t
- Salomons-Perlboot (Nautilus
scrobiculatus) 193 195 486 t
- Salpa maxima 448 502 t
- Salpen (Thaliacea) 211 434 f 439 f
445 447* 448 451 502 t
- i. e. S. 448
- Salpenketten 445 448
- Salpida (Eigentliche Salpen) 445
446 ff
- Salpidae 502 t
- Samenballen 269 269*
- Samenbildung 78
- Samenkapself 204 214
- Samenpakete 190 191* 216 220 f
- Samenträger, Samenpakete (Sper-
matophoren) 190 191* 430
- Samenwanderung 269 f 375
- Samenzellen 77 205
- , Zweigestaltigkeit (Dimorphis-
mus) 67
- , Verschiedengestaltigkeit 77
- Samtumschnecken (Glycimeridae)
149 149 f 152 481 t
- Samtschnecken 127 129
- Sandalenauge (Sandalops me-
lantholicus) 197* 212 488 t
- Sanddollars (Clypeasteroidea) 327
332 337 340 f 340* 343 346*
351 ff 355 407 496 t
- Sand-Furchenfuß (Biserramenia
psammobionta) 31 460 t
- Käferschnecke (Lepidopleurus
intermedius) 39 460 t
- Sandlecker 343
- Sapha amicornu 470 t
- Sargassum 256
- Sarasinula plebejus 123 476 t
- Sarmatenhainschnecke (Cepaea
vindobonensis) 117 476 t
- Sarmatische Schwimmschnecke
(Theodoxus danubialis) 61
463 t
- Saron marmoratus 350
- Sattelmuschel (Anomia ephip-
pium) 142* 155 f 156* 482 t
- Sauerstoff 129
- Saugarme 125 f
- Säugetiere 189 200 222 431
- Saugfische 300
- Saugfuß 54 338 f
- Saugnapfe 191 193 195 f 201 f
204 f 209 f 209* 212 f 213* 215
217 f 220 f 276 338* 362 364 f
377 391 395
- Saugscheiben 378
- Saugschlund 52
- Saugwurm 107 109 401
- Saumflossen 203
- Saxicava arctica 485 t
- rugosa (Runzeliger Felsenboh-
rer) 180
- Saxicavidae 485 t
- Scala clathrus 466 t
- Scaphander 101 470 t
- lignarius 79* 98 143 470 t
- Scaphandridae 98 470 t
- Scaphites 27
- Scaphopoda (Grabfüßer) 20 23*
28 43 49 136 ff 139* 481 t
- Schädellose (Acrania) 453 f 457
- Schale, endogastrische 52
- , exogastrische 48
- , innere (Pseudoconcha) 102
- Schalen 21 23 38 43 ff 43* 47 50 ff
59 f 70 77 81 83 f 86 ff 91 96 ff
101 f 105 f 107 ff 116 ff 123 f
126 ff 136 137* 138 143 ff 148 ff
152 ff 157 163 f 165 f 166 169 ff
174 ff 179 ff 181 183 f 186 189
191 193 195 f 202 204 ff 214 214*
218 222 228 238 240 247 249 f
252 255 258 ff 275 326 338 341
350 f 374 f
- Schalenaugen 39* 40
- Schalendeckel (Operculum) 53 95
97 126
- Schalendeckel (bei Tyrus und
Aquila) 87
- Schalenkammern 194 f

- Schalenklappe 144 150 180 ff 184 f 227
 Schalenmuskel 59 200
 Schalenoberschicht [Periostracum] 43* 44 117 145 148 150 152 f 164 169 f 260
 Schalenplatte [Concha] 38 f 41 48 126
 Schalenrand 165 179
 Schalenrest [Gladius] 190 196 207 211 214 ff
 Schalenrohr 196
 Schalenrückbildung 205 207
 Schalenschichten 145
 Schalenstößel-Armfüßer [Testicardines] 259 ff 263 f 265 491 t
 —, Anatomie 265*
 Schaleninnereorgane 40
 Schalenstößel 87
 Schalentiere 461 t
 Schalenweichteile [Conchifera] 20 23 28 43 ff 47 f 50 136 146 189
 Schaumfloß 77* 78
 Scheibenbäume 400
 Scheibenförmige Federkiemenschnecke [Valvata cristata] 68 464 t
 Scheibenschirm [Opisthoteuthis] 190 216*
 Scheibenschirme [Opisthoteuthidae] 216 488 t
 Scheibenschnecken [Entodontidae] 111 474 t
 Scheidenmuscheln [Solenidae] 179 f 253* 485 t
 Scheinfußchen 257
 Scheinmantel 81
 Scheitelorgan 247
 Scheitelplatte 416
 Schellfisch 206 402
 Schiffsbohrer [Teredo navalis] 486 t
 Schiffsboot [Nautilus pompilius] 193 486 t
 Schiffswürmer 183
 Schilder, M. 84
 Schildfüßer [Caudofoveata] 20 29 29* 32 ff 33* 34* 37 41 49 65/66* 118 136 460 t
 Schildigel [Echinocyamus pusillus] 343 496 t
 Schildkappe 194
 Schildkiemer [Diotocardia] 53
 Schildkrötenschnecke [Acmaea testudinalis] 59 462 t
 Schildporen 419
 Schirm 213 215 f 221 315
 Schirmbildung 216
 Schirmhaut [Velum] 205 221
 Schirmschnecken [Umbraculidae] 128 478 t
 Schistosoma 107
 Schizaster canaliferus 338 497 t
 Schizasteridae 338 497 t
 Schizochitonidae 461 t
 Schizodonta [Gespaltenzahnige Muscheln] 142* 163 481 t
 Schizolophier Typ 260 265
 Schizoplasticidae 461 t
 Schizoporella sanguinea 248 256 490 t
 Schizoporellidae 490 t
 Schizotrochus crispatus 54 462 t
 Schlagader [Aorta] 48
 Schlamm-Maulwurf [Limifossor talpoides] 34 35*
 Schlammuschnecken [Lymnaeidae] 105 f 109 472 t
 Schlammseppe [Sepia elegans] 205 487 t
 Schlängeln 395
 Schlangenschnecke [Tenagodus obtusus] 76 465 t
 Schlangensterne [Ophiuroidea] 24 81 272* 274 ff 275* 284 300 350 374 376 383 391 ff 392* f 395* 401* 499
 —, Anatomie 393*
 —, Armquerschnitt 393*
 Schlangensterntacheln 392*
 Schlanke Birnenschnecke [Mitrella scripta] 88 468 t
 — Turmedekelschnecke [Cochlostoma henricae] 63 463 t
 Schlauchalgen 127 f
 Schlauchröhre [Teredo utriculus] 183 486 t
 Schlauchwürmer 49
 Schleierschnecke [Fimbria fimbria] 113* 132 479 t
 Schleim 129 133 395 ff 414 417 419 f 435 454
 Schleimgänge 34
 Schlemmetzfang 76 398
 Schleimrinne 34
 Schleppepnetz 304
 Schliefer 38
 Schließaugenkalmare [Loligoidea] 206 208 f 487 t
 Schließmundschnecken [Clausiliidae] 94* 110 f 473 t
 Schließmuskel 149 ff 154 156 163 175 f 181 f 185 375
 Schlingern 374
 Schlitzband 54 59
 Schlitzbandschnecken [Pleurotomariidae] 54 92 462 t
 Schlitzhörner [Turridae] 92 95 469 t
 Schloß 144 f 147 ff 154 f 163 f 166 174 179 f 183 185 259 f
 Schloßband [Ligament] 144 156 173 180 183
 Schloßlose Armfüßer [Ecardines] 260 264 265 491 t
 Schloßbohren 153
 Schloßbrand 147 152 181 f
 Schlund 439
 Schlunddrüsen 86
 Schlundkegel-Glatfuß [Nematomenia banyulensis] 26* 31 35* 460 t
 Schlundkopfschnecke 128
 Schlundorgane 125*
 Schlundring [Buccalring] 20 22
 Schlundsackschnecken [Saccoglossa] 90* 96 101 104* 126* 126 f 132 135 171 477 t
 Schlüsselloch-Sanddollars [Melliidae] 337 343* 496 t
 Schmale Windelschnecke [Vertigo angustior] 108 473 t
 Schmalraspelzunge 87*
 Schmalzlingler [Stenoglossa] 56* 62 87 468 t
 Schmarotzer 81 88 165 201 220 222 299 f 321 350 381 f 401
 Schmarotzerkrake [Ocythoe tuberculata] 222 489 t
 Schmarotzerschlauch [Rhopalomenia] 31 f 460 t
 Schmekel, L. 128
 Schmuck 59 f 84 92 143 145 f 152 f 174 176 195
 Schmuckalgen 238
 Schmuck-Kreisell [Gibbula adriatica] 60 463 t
 Schnabeligel 222
 Schnauzenschnecken [Hydrobiidae] 49 464 t
 Schnecken [Gastropoda] 19 ff 23 27 f 31 43 f 47 ff 50 ff 85 137 143 145 148 158 165 184 235 250 257 ff 300 321 342 f 350 352 373 f 376 381 ff 396 462 t
 —, elsbare 60 67 69 118 125
 —, Farbenpracht 130
 Schneckengehäuse [Jahresringe] 116
 Schneckenkönig 118
 Schneckenpest 111
 Schneider 246
 Schnirkelschnecken [Helicoidea] 115 116 ff 475 t
 Schnurwürmer [Nemertini] 20 32 226* 270
 Schollen 350
 Schraubenschnecken [Terebridae] 95 470 t
 Schriftzeichen 84
 Schulen 202 228
 Schulp [Ossa sepiae] 43 204
 Schulz, Ulrich K. 218
 Schuppen 38
 Schuppenkalmar [Lepidoteuthis grimaldii] 208 487 t
 Schuppenkelch 30 34
 Schuppige Feilenmuschel [Lima lima] 155 482 t
 — Hufmuschel [Chama gryphina] 173 484 t
 — Leistschnecke [Ceratostoma erinaceum] 56* 87 468 t
 Schuppiger Schlangenster [Ophiura texturata] 390* 394 f 500 t
 Schutzeinrichtung 196
 Schutzfärbung 40 83
 Schwachzahnige Muscheln [Leptodonta] 140* 142* 149 150 ff 481 t
 Schwämme 39 84 88 92 95 101 129 131 152 155 180 250 261 295 343 350 401 407 421 440
 Schwanenmuschel [Anodonta cygnaea] 164 f 483 t
 Schwarze Egelschnecke [Limax cinereoniger] 115 475 t
 — Olivenschnecke [Oliva maura] 56* 91 469 t
 — Seegurke [Holothuria forskali] 310 494 t
 Schwarzer Schlangenster [Ophiocoma nigra] 395 398 500 t
 — Seegel [Arbacia lixula] 331 495 t
 — Stolo 420
 Schwebereinrichtung 163
 Schweborgane 23 138
 Schwefelsäure 86
 Schwellenschnecken [Diodora] 57 462 t
 Schweresinn 58
 Schweresinnesblasen [Statozysten] 48 448
 Schweresinnesorgane [Statozysten] 29 43 f 78 146 307 439 443
 Schwertmuschel [Ensis ensis] 180 485 t
 Schwimmborsten 245
 Schwimmen 154* 294
 Schwimmglocke 315
 Schwimmmlarve 20 23 32 48 52 135 138 165 253* 264* 279 297 f 377 400 410
 Schwimm-Manteltiere 448
 Schwimmorgane 23
 Schwimmschnecken [Theodoxus] 61
 Schwimmvermögen 189
 Schwingungsrichtung, Polarisationsrichtung des Lichts 200
 Scissurella cirspata [Gemeine Rißschnecke] 54 57 462 t
 — costata [Mittelländische Rißschnecke] 54 462 t
 Scissurellidae 462 t
 Sclerasterias 384 499 t
 Sclerodactylidae 309 433 t
 Scrobicularia plana [Pfeffermuschel] 168* 179 485 t
 Scrobiculariidae 179 485 t
 Scrupocellariidae 490 t
 Scutellidae 355
 Scutopus ventrolineatus [Echter Schildfuß] 33 f 33* 460 t
 Scyllaea pelagica [Sargassumschnecke] 479 t
 Scyllacidae 132 479 t
 Seeanemonen 133 135
 Seeadattell [Lithophaga mytiloides] 152
 See-Eichel 180
 Seefedern 398 407
 Seegurke 81 172 211 306 418
 Seegurken [Cucumariidae] 309 319 322 350 493 t
 Seehase [Aplysia depilans] 78 90* 124 f 124* 129
 Seehasen 124 125* 477 t
 Seehoch [Merluccius merluccius] 204 206
 Seeigel [Echinoidea] 49 172 261 272* 274 ff 275* 276* 283 300 326 ff 326* ff 330* 336* 348* 351* 366 373 f 376 383 396 f 400 495 t
 —, Anatomie 326* 327*
 —, Körperwandquerschnitt 327*
 Seeigelleier 344
 Seeigelgäfte 353
 Seeigelgiftzange, Zangenbacke 338*
 Seeigelliefer 340*
 Seeigellarve [Echinopluteus] 344
 Seeigelschale [Corona] 283
 Seeigelstacheln 328* 329* 330*
 Seeililien 276* 280 284 285 ff 285* 290 292* 293 295 ff 299 f 303 f
 Seeililien, Anatomie 285*
 Seeililienstadium [Pentacrinustadium] 297 ff 298*
 Seeililien und Haarsterne [Crinoidea] 276* 279
 Seemandel [Philine quadripartita] 79* 98 129 131
 Seemannshand [Alcyonium] 83*
 Seemöwen 321
 Seemuscheln 165 171
 Seeadelschnecken [Cerithiidae] 77 465 t
 Seenschnecke [Amnicola steini] 70 464 t
 Seehorn [Halotis] 54 462 t
 Seepferlmuschel 164
 Seepocken 251 342 350 375 f 381
 Seerinde [Membranipora membranacea] 253* 256 256* 490 t
 Seescheiden [Ascidia, Ascidiacea] 83* 101 129 131 152 155 342 421 434 f 439 440 ff 441* 443* 445 450* 452 454 501 t
 —, Anatomie 441*
 —, Entwicklung 443*
 Seeschmetterlinge [Thecasomata] 21 79* 96 101 f 118 125 471 t
 Seeseife 88
 Seesterne [Asteroidea] 82 f 91 154 192 250 272* 273 ff 275* 276* 283 f 300 321 352 f 361 ff 363* f 367* 375* 377* 379* 396 402 416 497 t
 —, Anatomie 364*
 —, Armquerschnitt 363*
 —, Kometenform 383*
 Seevögel 351
 Seewalzen [Holothuroidea] 274 ff

- 275* 276* 284 300 301* 302*
305 ff 305* 306* ff 312* 314*
 316* 320* 328 354 363 382 397
 400 416 493 t
 —, Anatomie 308
 —, Körperwandquerschnitt 306*
 —, Skeletteile 306*
 Seewolf (*Anarhichas lupus*) 402
 Seewölfe 350
 Sezungen 350
 Segel (Velum) 146 158 210
 Segelkalmar (*Histioteuthis bonelliana*) 188* 210 215 488 t
 Segellarve (Veligerlarve) 26* 96
 107 146 158 171
 Segelquallen 78 135
 Segmentale Autotomie 221
 Sehfähigkeit 154 200
 Sehorgane 174
 Sehruhe 204
 Sehvermögen 155
 Sehvorgang 190 f
 Sehzellen 146 154 190 f 454
 Seitenflossen 270
 Seitenkanäle 286 f 328 363
 Sekundäre Leibeshöhle (Coelom)
 212 230 263 266
 Sekundärgehäuse 181 185
 Sekundärkieme (Ersatzkieme) 102
 125 130
 Sekundärstacheln (Nebenstacheln)
 327 f 352
 Selbstbefruchtung 109 116 158 269
 319 443
 Selbststerilität 443
 Selbstverstückelung (Autotomie)
 221 223 297 300 323 f 383
 402
 Semelidae 179 485 t
 Sepia (Malerfarbe) 204
 Sepia 204 f 487 t
 — *elegans* (Kleine Sepie) 205 487 t
 — *officinalis* (Gemeiner Tintenfisch) 187* 191* 200 202 203 t
 206 220 224* 487 t
 — *officinalis officinalis* 203 487 t
 — *orbignyana* (Dornsepia) 205
 487 t
 Sepiakalmare 207
 Sepie (*Sepia officinalis*) 203 207
 Sepien 204* 205 205* 207 315
 Sepiener 205*
 Sepienknochen (Ossa sepiae) 204
 Sepietta *oweniana* (Große Sepiette) 206 206* 487 t
 Sepieten 206
 Sepiidae 203 487 t
 Sepioiden (Eigentliche Tintenschnecken) 201 202 206 487 t
 Sepiola (Sepiolen) 206 487 t
 — *atlantica* (Atlantische Sepiolen) 206 206* 487 t
 — *rondeleti* (Mittelmeersepiolen) 187* 206 487 t
 Sepiolen (Sepiolen) 206
 Sepiolidae 205 f 487 t
 Sepioteuthis *sepoides* (Echter Sepiakalmar) 207 487 t
 Septibranchia (Verwachsenkiemer)
 144 145* 147 185 f 486 t
 Serial (metamer) 424
 Serpularis *arenaria* (Mittelländische Wurmschnecke) 46* 76
 465 t
 Serripes *muticum* 484 t
 Sexualdimorphismus (Verschiedenartigkeit der Geschlechter) 69
 Siboglinidae 423 501 t
 Siboglinum 424 430 430* 501 t
 — *caulleryi* 423 430 501 t
 — *fiordicum* 424* 425 501 t
 — *ekmani* 423 425 425* 501 t
Sidonia elegans 123 476 t
 Siebenarmiger Seestern (*Luidia ciliaris*) 359* 364 377 387 497 t
 Siebmuscheln (*Brechites*) 178* 185
 486 t
 Siebplatte (Madreporenplatte) 328
 363
 Siebrinne 364*
Sigaretus leachi 85 468 t
 Sigmurethra 108 110 473 t
 Signalthorn 86
 Silbermäwen 351
 Silen, Lars 252
Simnia patula (Atlantische Spelzenschnecke) 83 83* 467 t
 — *spelta* (Mittelländische Spelzenschnecke) 83 467 t
 Sinnesborsten 166 242 247
 Sinnesindrücke 200
 Sinnesleistung 200
 Sinnesorgane 22 39 146 189 194
 222 231 247 249 267 270 287 329
 363 392 415 420 426 442 444
 —, lichtwahrnehmende (Aestheten) 40
 —, terminale 21 30 33
 Sinnesplatte 32 f
 Sinnesreize 196 f
 Sinneszellen 146 165 174 231 249
 277 287 307 329 343 363 393 415
 426
Sinuopsis 49 461 t
 — *cuticula* 48 461 t
Sinum leachi = *Sigaretus* l. 468 t
 Sinus (erhobene Einbuchtung) 49
 Siphon (Rohrfortsatz) 24 91 145
 169 ff 193 202
 Siphonalkanal 88
 Siphonaria 107 471 t
 — *pectinata* 105 471 t
 Siphonariidae 102 471 t
 Siphone (Ein- und Ausströmröhre) 144 147 ff 163 166 176
 179 180 ff 184 ff
 Siphonodontalidae 136 138 481 t
 Siphonodontalium 143 481 t
 — *vitreum* 139* 143 481 t
Sipunculus nudus 172
 Skelett 200 275 f 285 f 298 300
 305 f 362 365 376 391 f 400 413
 Skelettbildung 413
 Skelettelemente 362
 Skelettplatten 278 ff 290 293 298
 300 320 326 339* 349 353 361 ff
 362* 365 377 381 391 400 ff 400*
 413
 Skelettring 362
 Skeneopsidae 465 t
Skeneopsis planorbis 75 465 t
 Skeneidae 60 463 t
 Skleriten 284
Smaragdia viridis 61 463 t
 Solaridae 75 465 t
 Solaster 376 382 498 t
 — *dawsoni* 374 498 t
 — *endeca* 366 374 498 t
 Solasteridae (Sonnensterne) 366
 374 384 498 t
Solemya togata 148 481 t
 Solemyidae 148 481 t
Solen pellucidus 177* 485 t
 — *vagina* (Große Scheidenmuschel) 179 f 485 t
 Solenidae (Scheidenmuscheln)
 179 f 253* 485 t
 Solenogastres (Furchenfüßer) 20
 23 23* 29* 29 f 30 31* 32 f 35*
 41 49 118 133 149 460 t
 Solenoidea 485 t
 Soleolae (Fußquerleisten) 123
Soleolifera (Hinterratmer) 96 113*
 118 123 135 476 t
Solidosagitta planctonis 271*
 Somasteroidea 284 364 497 t
 Sommerkolonie 252
 Sonnenschnecken (Architectonici-
 dae) 76
 Sonnensterne (Solasteridae) 366
 374 384 498 t
 Sonnenuhr (*Architectonica per-
 spectiva*) 76
Spadella 267 269 f 491 t
 — *cephaloptera* 267 268 ff 269*
 491 t
 Spadellidae 267 491 t
 Spatangidae 338 497 t
 Spatangoida (Herzseigel) 326
 340 f 341* f 349 374 497 t
Spatangus 340 497 t
 — *purpureus* (Violetter Herzigel)
 172 338 341 497 t
 Speicheldrüsen 22
 Speicherniere 442
 Speicherzellen 363
 Speisemuschneln 151
 Spengelina 418 500 t
 — *alba* 500 t
 Spengeliidae 413 416 418 500 t
 Spermatophoren (Samenpakete,
 Samenträger) 190 191* 430
Sperosoma giganteum 326
 Sperrfasern 144
 Sphaeriidae (Kugelmuscheln) 169
 483 t
Sphaerichinus granularis (Vio-
 letter Seigel) 331 342 345* 352
 355 495 t
Sphaeriodiscus placenta 365 380*
 498 t
 Sphaerioides 483 t
Sphaerium 169 483 t
 — *corneum* (Hornfarbige Kugel-
 muschel) 142* 169 483 t
 — *lacustre* (Haubenmuschel) 169
 483 t
 — *rivicola* (Flußkugelmuschel)
 169 483 t
 Spinalnerven 454
 Spindel (Columella) 51
 Spindelhorn (*Buccinum corneum*) 88 469 t
 Spindelmuschel 50
 Spindelschnecken (Fasciariidae)
 91 469 t
 Spinnen 200
 Spinnenkopf (*Murex tenuispina*)
 88 468 t
Spirosolida 362 364 365 498 t
 Spiralfurchung 44 52
 Spiralia 20
 Spiralige Tellerschnecke (*Anisus
 vortex*) 80* 106 472 t
Spiratella helicina 102 125 471 t
 — *retroversa* 471 t
Spiratellidae 471 t
Spiratelloidea 471 t
Spiraxidae 111 474 t
Spirifer 259 491 t
Spiriferidae 259 491 t
Spirobrachia grandis 425* 501 t
Spirobrachidae 423 424 501 t
 Spirophore Typ 260 265
Spirotropis carinata 92 469 t
Spirula 190 203 487 t
Spirula spirula 187* 202 202 k 487 t
 Spirulidae (Posthörnchen) 202 f
 214 487 t
Spisula 180 383
 — *subtruncata* (Dreieckige Trog-
 muschel) 180 485 t
 Spitze Blasenmuschel (*Physa
 acuta*) 106 472 t
 — Schlammuschnecke (*Lymnaea
 stagnalis*) 105 472 t
 Spitzenscheide 27
 Spondyliidae (Klappmuscheln)
 141* 155 173
Spondylus gaederopus (Lazarus-
 klapp) 142* 155
 Springmuscheln (Limidae) 155
 Spritzwürmer 20 143 172
Spurilla napolitana 104* 120*
 134 480 t
 Staatsquallen 121* 132 135
 Stabilisatoren (Gleichgewichtsein-
 richtungen) 267
 Stachelauster (*Spondylus gaedero-
 pus*) 155 179 481 t
 Stachelhäuter (Echinodermata) 81
 226* 272* 274 ff 285 287 290 293
 295 299 328 342 361 363 376 f
 381 387 391 ff 395 f 399 401 f
 407 ff 411 415 417
 Stachelige Herzmuschel (*Cardium
 aculeatum*) 174 484 t
 Stachel-Käferschnecken (*Acantho-
 chitonina*) 41 461 t
 — Käferschnecken i. e. S. (*Acan-
 thochiton*) 41
 Stachelkleid 30
 Stacheln 21 28 38 40 259 276 279
 283 327 329 ff 338 f 349 ff 362
 365 f 378 381 f 392 392* 394 ff
 399 f 402 441
 Stachelschnecke (*Acanthinula
 aculeata*, *Astrea rugosa*) 60 109
 473 t
 Stachelschnecken (Muricidae) 87
 468 t
 Stachelsonnenstern (*Crossaster
 papposus*) 366 374 384 386* 388
 498 t
 Stachelweichtiere (Aculifera) 20
 29 ff 41 44 460 t
Stagnicola stagnalis 472 t
 Stammesentwicklung (Weichtiere)
 20
 Stammesgeschichte (Phylogenie)
 33 38 144 146 192 201 266 270
 279 f 283 f
 Starmühlner, F. 63
 Statoblasten (Dauerformen) 240*
 249 252 256 f
 Statozysten (Schweresinnesorgane)
 29 40* 43 f 78 146 249 307 439
 443
 Stauroteuthidae 216 488 t
 Steckmuschel (*Pinna nobilis*) 140*
 153 162* 482 t
 Steinbutten 350
 Steindattel (*Lithophaga mytiloi-
 des*) 140* 152 171 181 482 t
 Steinschere (*Petricola lithophaga*)
 176 179 485 t
 Steinkanal 276 f 279 286 307 328 f
 363 392
 Steinkorallen 24 255 295 304
 Steinpickler (*Helicogona lapicida*)
 117 476 t
 Steinschnecke (*Nucella lapillus*)
 56* 87 f 468 t
 Steinsiegel (*Paracentrotus livi-
 dus*) 331 f 340 344 351 353 f 496 t

- Stelmatopoda (Kreiswirbler) 238 f
241 247 250 251 254* 256
489 t
- Stemm-Schieben 51
- Stenoglossa (Schmalzüngler) 56*
62 87 468 t
- Stenostomata (Engmünder) 238*
239 241 245 f 251 255 490 t
- Stenoteuthis bartrami (Fliegen-
der Kalmar) 211 488 t
— *caroli* 211 488 t
- Stenothyridae 464 t
- Stenotis pallidula 69 464 t
- Stensiö 432
- Stephanasterias 384 499 t
— *albula* 384 499 t
- Stephanometridae 289 492 t
- Sternaskide (Botryllus schlosseri)
445 455* 502 t
- Sternschnecken (Holohepatica)
119* 129 130 f 135
— (Doridoidei) 478 t
- Sternwürmer 20 236
- Stichopodidae 310 494 t
- Stichopus 81 317 494 t
— *japonicus* 312 f 494 t
— *moebii* 318 325 494 t
— *parvimensis* 314 494 t
— *regalis* (Königsholothurie) 310
323 494 t
— *variegatus* 305
- Stiel 262 f 285 f 288 293 299
419 f 419*
- Stielaugen 212
- Stielglieder 241 285
- Stielkanal 287
- Stielplatten 280
- Stilet-Leistenfüße (Genitoconia)
30 460 t
- Stiliferidae 65/66* 81 466 t
- Stiliger 128* 478 t
— *vesiculosus* 128 478 t
- Stiligeridae 127 f 478 t
- Stiligerioidea 127 478 t
- Stiriometra 289 492 t
- Stockbildner 418 445
- Stöcke 234* 241 f 245 249 251 257
419 f 439 444 451
- Stolo (Ausläufer) 239* 240
- Stolo, schwarzer 420
— prolifer 447 f 451
- Stolonen 240 252 444
- Stoloniale Knospung 444
- Stolonifera 252 255 490 t
- Stomatellidae 60 463 t
- Stomopneustidae 331 495 t
- Strahlen 199 236
- Strahlenkorb (Mactra stultorum)
180 485 t
- Strahlentierchen (Radiolarien) 49
238 252 261 295 317 343 373 396
419
- Strandschnecken (Littorinidae)
68 f 464 t
- Strandseeigel (Psammachinus
miliaris) 332 340 343 350 354 f
496 t
- Strauchschnecke (Bradybaena
fruticum) 116 475 t
- Straußenschnecken (Struthio-
lariidae) 82 467 t
- Streifen-Nußmuschel (Nucula
sulcata) 149 149* 489 t
- Streifensamschnecke (Thuridilla
hopei) 104* 119* 127 477 t
- Streptaxidae 111 474 t
- Streptaxoidea 111 474 t
- Streptoneura (Gekreuztnervige
Schnecken) 50 ff 52* 53* 62 75
77 87 96 462 t
- Stretill, T. 236
- Striarca latea (Milchweiße
Archenmuschel) 149 481 t
- Strombacea (Flügelnschnecken) 82
467 t
- Strombidae 83 467 t
- Strombiformis glabra 81 466 t
- Strombus gigas (Fechterschnecke)
55* 83 467 t
- Strongylocentridae 332 496 t
- Strongylocentrotus 332 496 t
— *drabachiensis* 332 339* f
350 354 496 t
— *franciscanus* 332
— *purpuratus* (Purpursseeigel) 332
335* 340 344 496 t
- Strophocheilidae 110 474 t
- Strophocheilus oblongus 110 474 t
- Strophomena indica 32 35* 460 t
- Strudelwürmer 25 123 236 321 350
413
- Strudler 67 82 186
- Struthiolariidae (Straußenschnek-
ken) 82 467 t
- Stubenvögel 204
- Stumpfe Strandschnecke (Littor-
ina obtusata) 68 74* 464 t
— Sumpfdedeckelschnecke (Vivipa-
rus viviparus) 67 463 t
- Stumpfschnecke (Rumina decol-
lata) 110 474 t
- Sturmhauben (Cassidae) 86
- Sturmvogel 191
- Stützorgan 431
- Stützskelett 265 286 327
- Styela coriacea 502 t
- Styelidae 502 t
- Stylodiaris affinis 330 496 t
- Stylommatophora (Landlung-
schnecken) 80* 89* 94* 96
107 ff 115 f 118 472 t
- Subradularorgan (Geschmacks-
organ) 136 290
- Subterenochitinidae 461 t
- Subulinidae 474
- Succinea putris (Gemeine Bern-
steinschnecke) 80* 94 109 109*
473 t
- Succineidae (Bernsteinschnecken)
109 473 t
- Succineoidea 473 t
- Südtalitanische Schwimm-
schnecke (Theodoxus meridio-
nalis) 61 463 t
- Südlische Schließmundschnecke
(Delima itala) 110 474 t
- Sulfurina citrina 62 463 t
- Sumpfdedeckelschnecken (Vivipari-
dae) 63 68 257 463 t
- Sumpf-Federkiemenschnecke
(Tropidina macrostoma) 68
464 t
- Sumpfschnecke (Galba palustris)
80* 106 472 t
- Supra-Rectalcommissur 29
- Süßwasserbewohner 169
- Süßwasser-Moostierchen 226* 239
240* 241 243* 245 f 249 249*
252 254* 257 260
—, Anatomie 240*
- Süßwassermuscheln 146 163 165 f
171
- Süßwasserschnecken 52 107
—, lebendgebärende 67
- Süßwasser-Schwämme 251
- Sutur (Anwachslinie) 24
- Suturlinie 193
- Symbiose 175 201
- Symbiosetaschen 199
- Symbole 84
- Symmetrie 275 280
- Synallactidae 310 325 494 t
- Synapta coplax 172
— *maculata* 305
- Synapticula perrieri 484 t
- Synaptidae 308 313 f 316 318 f
323 f 494 t
- Synaptikeln 413
- Synaptula hydriformis 314 494 t
- Synascidia 440 444
- Syrinx proboscideiferus (Ritter-
helm) 91 469 t
- Syrnolopsidae 75 465 t
- Systrophidae 115 475 t
- Szyzygien (Nahtstellen) 300
- Tactonatica affinis 86 468 t
- Taenioglossa (Breitzüngler) 46*
55* 62 63 463 t
- Taeniogyrus 313 494 t
— *contortus* 319
- Tafelauster (Ostrea edulis) 156
482 t
- Talparia lurida 84 467 t
- Taonidium 487 t
— *summe* 199 487 t
— *summi* 197*
- Tapes pullastra 176 485
- Tarngratflüß (Nematomenia
corallophila) 31 460 t
- Tarnung 196 204
- Tarnvermögen 217
- Taschenmessermuschel (Ensis sili-
qua) 177* 180 485 t
- Tasthaare 240 247
- Tastorgan, Tastwerkzeug 213 247
266
- Tastreize 231
- Tastsinne 58 287
- Tastvorrichtungen 41
- Tastzellen 435
- Tauben 108
- Taxodonta (Reihenzahnige
Muscheln) 139* 149 481 t
- Taylor 23
- Tectibranchia (Bedecktkiemer)
123
- Tectonatica affinis (Kleine Na-
belschnecke) 86 468 t
- Tectus niloticus (Riesen-Kreis-
schnecke) 59 462 t
- Tegulorhynchia nigricans 262
491 t
- Teich-Federkiemenschnecke (Val-
vata piscinalis) 67 464 t
- Teichkugelmuschel (Sphaerium
leucum) 141* 169 483 t
- Teichmuschel (Anodonta
cygnaea) 65/66* 142* 144* 164 f
165* 174
—, Anatomie 144*
- Teichnapfschnecke (Acroloxus
lacustris) 105 106 k 472 t
- Teleskopaugen 217
- Tellerschnecken (Planorbidae)
101 106 f 472 t
- Tellimya s. 484 t
- Tellina 374 485 t
— *tenuis* (Platte Tellmuschel) 179
485 t
- Tellinidae (Plattmuscheln) 179
485 t
- Tellinoidea 485 t
- Tellmuscheln (Tellinidae) 179 f
485 t
- Temnopleuridae 331 349 495 t
- Temnopleuroidea 331 495 t
- Tenagodus obtusus (Schlangen-
schnecke) 76 465 t
- Tenellia ventralabrum 133 480 t
- Tentaculata (Kranzföhler) 226*
226 ff 247 259 f 266 410 f 489 t
- Tentakel 193 226 f 234* 240 270
279 286 295 f 298 305 ff 314 f
317 319 f 323 363 378 424 425*
441
- Tentakelampullen 307
- Tentakelarm 210 f
- Tentakelformen 307*
- Tentakelkanäle 306
- Tentakelkranz 307 316
- Tentakelkrone 243* 423* 425*
- Tentakelorgane 208
- Tentakelschild 136
- Terebratella 253* 264
— *inconspicua* 262 491 t
- Terebratulidae 265 491 t
- Terebratula 253*
- Terebratulidae 259 265 491 t
- Terebratulina reusa 259 265
491 t
- Terebridae (Schraubenschnecken)
95 470 t
- Teredinidae 182 486 t
- Teredo megotara (Treibende
Schiffsbohrmuschel) 183 486 t
— *navalis* (Gemeine Schiffsbohr-
muschel) 177* 182 f 486 t
— *norvegica* (Norwegische Schiffs-
bohrmuschel) 177* 182
— *pedunculata* (Atlantische Schiffs-
bohrmuschel) 183 486 t
— *utriculus* (Mittelländische
Schiffsbohrmuschel) 183 486 t
- Tergipes despectus 133 480 t
- Terminalplatten 349
- Termiten 182
- Testacella haliotidea (Raub-
schnecke) 115 116 k 475 t
- Testacellidae (Raubschnecken)
115 475 t
- Testicardines (Schalenschloß-
Armfüßer) 259 ff 263 f 265 491 t
- Tethaidai 132 479 t
- Tethys leporina 479 t
- Tetrabranchiata (Perlboote) 189 f
192 193 ff 193* 486 t
- Teufelsfinger 27
- Teufelskrallen (Pterocera chiragra)
83
- Thais haemazoma (Rotmund-
schnecke) 87 468 t
- Thalassometra 289 492 t
— *marginata* 286*
- Thalassometridae 289 492 t
- Thalassometrina 288 289 492 t
- Thalassophila 102 471 t
- Thalassopteris zancleus 125 477 t
- Thaliacea (Salpen) 434 f 439 f
445 448 451 502 t
- Theba cartusiana 476 t
— *pisana* 117
- Theca (Kelschwand) 280
- Thecalia concamerata 169 483 t
- Thecanephria 422 423 f 501
- Thecasomata (Seeschmetterlinge)
21 96 101 f 118 125 471 t
- Thecididae 491 t
- Thelenota ananas 322
- Thenius, Erich 147
- Theodoxus (Schwimmuschnecken)
61 463 t
— *danubialis* (Sarmatische
Schwimmuschnecke) 61 463 t
— *fluviatilis* (Flußschwimm-
schnecke) 45* 58* 61 463 t
— *meridionalis* (Süditalienische
Schwimmuschnecke) 61 463 t
— *prevostianus* (Thermal-
Schwimmuschnecke) 61 463 t
— *subterrelicus* (Höhlen-
Schwimmuschnecke) 62 463 t
— *transversalis* (Binden-
Schwimmuschnecke) 61 463 t

- Thermal-Schwimmschnecke
(*Theodoxus prevostianus*) 61
Teuthoidei (Kalmare) 21 188*
197* 201 204* 206 ff 207* 220
487 t
Thiaridae 76 f 465 t
Thigmotaxis 217 407
Thliptodontidae 477 t
Thracia convexa (Runde Thracie)
184 486 t
— *papyracea* (Zarte Thracie) 178*
184 486 t
— *pubescens* (Versteckte Thracie)
184 486 t
Thracien (Thraciidae) 184
Thraciidae (Thracien) 184 486 t
Thuridilla hopei (Streifensamt-
schnecke) 104* 119* 127 477 t
Thyca ectoconcha 82 466 t
— *stellasteris* 82 466 t
Thyone 316 319 324 493 t
— *briareus* 309 314 493 t
— *fusus* 309 493 t
Thyonicola americana 466 t
Thyonidolum pellucidum 309
324 493 t
Thyrophorella thomensis 115
475 t
Thysanophoridae 475 t
Tiefenwunder (*Bathothauma*
lyrruma) 212 488
Tiefsee-Expeditionen 212 325
Tiefseeformen 192 196
Tiefseeforschung 215 325
Tiefseemuscheln 170
Tiefsee-Napfschnecke (*Addisonia*
paradoxa) 59 462 t
Tiefsee-Seigel 81
Tiefseetiere 214 216 267 325
Tiefseevampir (*Vampyroreuthis*
infernalis) 197* 212 ff 213*
214* 215
Tiefseevampire (Vampyromor-
pha) 195 197* 201 212 214 f
488 t
Tiere mit fünfteiliger Leibes-
höhle (Pentacoela) 409 ff 415
422 f 426 500 t
Tierstock 241 f
Tigerschnecke (*Cypraea tigris*)
55* 72* 84 467 t
Tinbergen, Niko 158
Tinte 196 204 220
Tintenbeutel 27 192 f 195 205 212
215 218 221
Tintendrüse 199
»Tintenfische« 21 195 205 352
Tintenschnecken (*Dibranchiata*)
21 27 44 65/66* 124 134 187*
189 ff 194 195 f 199 ff 204 206
212 214 f 218 221 487 t
Tintenwolke 206
Titiscania limicina 62 463 t
Titiscaniidae 62 463 t
Tochterknospen 246
Tochtertiere 248 419 ff 419*
446
Tonna galea (Faßschnecke) 55* 86
468 t
Tonnace (*Tonnenschnecken*) 86
322 468 t
Tonnenlarve 320* 400*
Tonnensalpen (*Doliolida*) 445
448 451 502 t
Tonnensalpenlarve 432*
Tonnenschnecken (*Tonnace*) 86
322 468 t
Torinia cylindricus 76 465
Tornarialarven 411 416 ff
- Tornidae 69/70 464
Tornus subcarinatus 75 464 t
Tosia australis 386*
Torsion (Drehung) 51 ff
Toxasteridae 338 497 t
Toxoglossa (Gifzüngler i. e. S.)
95 469 t
Toxopneustes pileolus 331 352 f
495 t
Toxopneustidae 331 352 495 t
Tracheenlunge (Büschellunge)
110
Tracheopulmonata 473 t
Trachythione elongata 302* 309
325 493 t
Trägerzellen 448 451
Trapeziidae (Riffmuscheln) 171
483 t
Treibende Schiffsbohrmuschel
(*Teredo megotara*) 183 486 t
Tremoctopus violaceus (Löcher-
krake) 221 489 t
Trennungswände (Dissepimente)
425
Trepang 322
Treppenschnecken (*Cyatharidae*)
92 95 469 t
Trichasteridae 499 t
Trichocephalus acetabularis
»Becher-Haarwurm« 221 489
Trichoplax 123
Trichotropidae 82 466 t
Trichotropis borealis 82
Trichter 189 191 193 ff 201 ff 205 f
210 212 214 216 221 f 256 262
414
Trichotropis 82 466 t
— *borealis* 82 466 t
Tricolia pulla (Kleine Doppel-
fußschnecke) 60 463 t
Tridacna crocea (Grabende Rie-
senmuschel) 167* 174 484 t
— *gigas* (Mördermuschel) 174 ff
484 t
Tridacnidae (Riesenmuscheln)
161* 167* 174 f 484 t
Trigoniidae 163 482 t
Trigonoidea 482 t
Trigonochlamyidae 115 475
Trilobiten 264
Trimusculidae 102 105 471 t
Trimusculus garnoti 105 471 t
Trinchisia foliata 134 480 t
Triophidae 479 t
Triphora perversa (Echte Ver-
kehrtschnecke) 77
Triphoridae (Verkehrtschnecken)
77 465 t
Tripneustes gratilla 331 352
495 t
Tritonalia erinaceum 468 t
Tritonia gracilis 104* 131
— *hombergi* 132 479 t
Tritonium nodiforum 468 t
Tritoniidae 132 479 t
Tritonshörner (*Charonia*) 86 382
Trivia 83
— *europaea* 83 467 t
— *monacha* 83 83* 467 t
Trivium 306
Trochacea (Kreisel-schnecken) 59 f
462 t
Trochidae 462 t
Trochoidea 462 t
Trochophler Typ 260
Trochophoralarve (Wimper-
kranzlarve) 23 26* 32 42 52 138
146 158 172 236
Trochophora-Veliger-Linie 146
- Trochulus villosus (Zottige Laub-
schnecke) 117 476 t
— *unidensatus* 117 476 t
Trochus niloticus = *Tectus n.*
462 t
Trockenhäutchen 108 117
Trockenschlaf 100*
Trockenschnecken 117 476 t
Trockenstarre 21
Trogmuscheln (*Macrtridae*) 179
180
Trompete 86
Tropetenschnecke (*Charonia*
lampas) 86 468 t
— *— nodiferum* 86 468 t
Trophodiscus almus 377*
Trophozoide 451
Tropidina macrostoma (Sumpf-
Federkiemenschnecke) 68 464 t
Tropiometra 289
— *afra macrodiscus* 289 296 492 t
Tropiometridae 289 492 t
Truncatella subcylindrica 70 464 t
— *truncata* 70 464 t
Truncatellidae 70 464 t
Trunculariopsis trunculus (Pur-
purschnecke) 56* 87 468 t
Tryblidiacea (Napfschaler) 20 f 23
23* 27 43 f 47 ff 48* 145 461 t
Tryblidiidae 461 t
Tubiola nitens 60 463 t
Tubiporella 251 490 t
Tubuliporina 255 490 t
Tunicata (Manteltiere) 431 ff
434 f 439 f 445 452 ff 501 t
Tunicin 435
Turbanschncke (*Monodonta tur-
binata*) 45* 60 463 t
Turbinidae 60 463 t
Turbo marmoratus (Marmorierte
Kreisel-schnecke) 60 463 t
— *olearius* (Ölkug) 60 463 t
Turboella inconspicua 46* 69 464 t
— *elegantissima* 101 471 t
— *lactea* 101 471 t
Turmdeckelschnecken (*Cochlosto-
matidae*) 63 463 t
Turmkette 82 82*
Turmschnecken (*Turritellidae*) 76
465 t
Turmzooide 256 256*
Turridae (Schlitzhörner) 92 95
469 t
Turritiles 27
Turris undatiruga 92 469 t
Turritella communis (Gemeine
Turmschnecke) 76 465 t
Turritellidae (Turmschnecken) 76
465 t
Tylodina perversa (Verkehrte
Schirmschnecke) 103* 128 478 t
Tyrus (Schalenfelder) 87
- Übergangstypus (Weichtierlarve)
26*
Ulva (Meersalat) 97
Umbraculidae (Schirmschnecken)
128 478 t
Umbraculum mediterraneum
(Mittelmeer-Schirmschnecke)
73* 103* 129 478 t
Umbro (Wirbel) 145
Uncini 424
Ungarkappe (*Capulus hungari-
cus*) 82 466 t
Ungescheitliche Vermehrung
246 f 251 439 448
Ungleichmuskler (*Anisomyaria*,
Leptodonta) 150
- Unio crassius (Dicke Fluß-
muschel) 164 483 t
— *pictorum* (Malermuschel) 142*
164 f 483 t
Unionidae (Flußmuscheln) 164
166 169 483 t
Unionioidea (Najaden) 142* 163
165 483 t
Unregelmäßige (irreguläre) See-
igel 283 326 ff 330 332 337 339 f
343 356 395
Unterschlundnervenmasse (Un-
terschlundganglion) 200 266 f
Urchordaten 433
Urdarm 263 430
Urechinidae 337 496 t
Urfischchen 453
Urhohltier 226
Urmollusken (*Amphineura*) 29
Urmund 263 266 416
Urmünder (Protostomia) 226 263
271 273
Urocotidae 111 474 t
Urocyclidae 475 t
Urogenitalapparat (Nieren-Ge-
schlechts-System) 22
Urosalpinx 376
Urstachelhäuter 280
Urweichtier 21 23 65/66*
Uterus 52
Uva marina 205
- Vaginulidae 118 476 t
Vaginulus taunayi 113* 123 476 t
Valkeriidae 490 t
Vallonia costata (Gerippte Gras-
schnecke) 109 473 t
Valloniidae (Grasschnecken) 108
109 473 t
Valvata 365 498 t
— *cristata* (Scheibenförmige
Federkiemenschnecke) 68 464 t
— *piscinalis* (Teich-Federkiemen-
schnecke) 67 464 t
Valvatidae (Federkiemenschn-
cken) 67 70 75 464 t
Valvasteridae 498 t
Valvatoidea 464 t
Vampyromorpha (Tiefseevam-
pire) 195 197* 201 212 214 f
488 t
Vampyromorphidae 212 488 t
Vampyroreuthis infernalis (Tief-
seevampir) 197* 212 ff 213*
214* 215 488 t
— *infernalis* (Atlantischer Tief-
seevampir) 215 488 t
Vanadium 439
Vaneyella 309 493 t
Vaneyellidae 309 493 t
Vanikoridae 82 466 t
Vasidae 91 469 t
Vaucheria 128
Veilchenschnecke (*Janthina jan-
thina*) 78 124 135 466 t
Veilchenschnecken (*Janthinidae*)
77* 78 466 t
Veligerlarve (Segellarve) 26* 96
107 146 158 171
Veligertypus 23 26* 52 78 135
Velum (Segel, Schimnhaut) 146
158 205 210 221
Velutina 83 467 t
— *flexilis* 83 467 t
— *velutina* 83 467 t
»Vema« (Forschungsschiff) 49
Venenanähänge 190
Veneriidae (Venusmuscheln) 168*
176 179 485 t

- Veneroidea 485 t
Venerupis perforans [Gemeine Teppichmuschel] 176 485 t
 Ventralganglion (Bauchnervenknoten) 267
 Ventral Schild 418
Venus gallina 176 485 t
 – *verrucosa* (Rauhe Venusmuschel) 168* 176 485 t
 Venusmuscheln [Veneriidae] 176 179 485 t
 Verdauungsdrüse 189 439 442
 Verdauungsfermente 69
 Verdauungssäcke 37
 Verdauungssäfte 374 f
 Verdauungstoffe 69
 Verdauungstaschen 32
 Verdauungszellen-Plasmafortsätze (Mikrovilli) 425
 Verdunstungsdeckel 108
 Verkehrte Schirmschnecke (Tylo-dina perversa) 103* 128 478 t
 Verkehrtschnecken (Triphoridae) 77 465 t
 Vermetidae (Wurmschnecken) 76 465 t
Vermetus adansonii (Adansons Wurmschnecke) 46* 76 465 t
Veronica aerophoba 129
 Veronicellidae 118 123 476 t
 Verschieden gestaltigkeit der Geschlechter (Sexualdimorphismus) 69
 – der Samenzelle 77
 Verschiedenzählige Muscheln 169
 Verschlussdeckel [Operculum] 53 81 f 92 97 102 105 108
 Verschlussplatte [Clausilium] 110
 Versteckte Thracie (*Thracia pubescens*) 184 486 t
 Versteinerungen 24
 Vertebrata (Wirbeltiere) 21 189 f 200 219 226* 261 273 382 411 f 431 ff 439 f 453 f 457
 Verticordiidae 186 486 t
 Vertigidae (Windelschnecken) 108 117 473 t
Vertigo angustior (Schmale Windelschnecke) 108 473 t
 – *pygmaea* (Zwergwindelschnecke) 109 473 t
 Verwachsenkiemer (Septibranchia) 144 145* 147 185 f 486 t
 Vesiculariidae 252 490 t
 Vestibulum [Kammer] 298 320 344 349 400 400*
 Vestimentifera 422 423 501 t
 Vibrakulation 242 246* 257
Victorella pavidia 252 489 t
 Vielborster 251
 Vielborstiger Ringelwurm 176
 Vielfraßschnecken (Enidae) 109 473 t
 Vielschaler (Polyplacophora) 48
 Vierkiemer (Tetrabranchiata, Nautiliidae) 193
 Vierzählige Vielfraßschnecke (*Iamina quadridentis*) 109 473 t
 Vikariierende Avikularien 242
 Violette Fadenschnecke (*Flabellina affinis*) 134 480 t
 Violetter Herzigel (*Spatangus purpureus*) 388 341 497 t
 – Seeigel (*Sphaerechinus granularis*) 331 342 345* 352 355 495 t
 Violettroter Seestern (*Ophidiaster ophidianus*) 365 387
 Vitreledonellidae 217 488 t
 Visceralganglion 146
 Visceralgefäß (Eingeweidegefäß) 442 445
 Visceralkomplex 51
 Vitellaria 400
Vitrea 112 475 t
 – *cristallina* 112 475 t
Vitreledonella alberti 198* 217 488 t
 – *richardi* 217 488 t
Vitrina pellucida [Kugelige Glasschnecke] 112 475 t
 Vitrinellidae 69 70 464 t
 Vitrinidae (Glasschnecken) 112 475 t
 Viviparidae [Sumpfdeckelschnecken] 63 68 257 463 t
Viviparus contectus [Gemeine Sumpfdeckelschnecke] 46* 63 67 463 t
 – *viviparus* (Echte Sumpfdeckelschnecke) 67 463 t
 Vögel 109 200 431
 Vogelköpfechen (Avikularie) 242 245 247* 248* 256 f
 Vogelmuschel (*Pterea hirundo*) 152
 Volborthella 24
 Volksmedizin 117
Voluta musica [Notenwalze] 92 469 t
 Volutidae (Walzenschnecken) 92 469 t
 Volutoidea 469 t
 Vorderarmdrüsen 189
 Vorderkiemer (Prosobranchia) 53
 Vorderkörper [Prosoma, Protosoma] 240* 410 412 418 423 430
 Vorticella 243*
Vulsella rugosa 152 482 t
 Walaas, Walaat (*Clione limacina*) 90* 125 477 t
 Waldegelschnecke (*Lehmannia marginata*) 115 475 t
 Wale 269
 Walzen-Furchenfuß (*Dorymenia vagans*) 31 460 t
 Walzenschnecken (Volutidae) 92 469 t
 Wampomeag 176
 Wampun 176
 Wandermuscheln (Dreissenidae) 171 484 t
 Wandernde Schlammschnecke (*Radix peregra*) 105 472 t
 Wanderungen 191 268
 Wanderzellen (Amöbozyten) 261 f
 Warane 111
 Wärmesinnesorgan 454
 Warzen 276
 Warzenkrake (*Graeledone verrucosa*) 220 489 t
 Warzige Herzmuschel (*Cardium tuberculatum*) 173 484 t
 – Sternschnecke (*Archidoris tuberculata*) 93* 130 478 t
 Warziger Furchenfuß (*Epimenia verrucosa*) 26* 32 35* 138 460 t
 – Gallertkalmar [*Cranchia scabra*] 212
 Wasseregelschnecke (*Deroceras laeve*) 94* 115 475 t
 Wassergefäßsystem (Ambulacralsystem) 81 276 ff 283 286 f 299 303 306 ff 328 f 349 361 363 366 383 392 402
 – Ausmündung (Hydroporus) 283
 Wasserinsekten 251
 Wasserlinsen [*Lemna*] 257
 Wasserlungen 278 308 316 321 323
 Wassergangschnecken (Basomatophora) 51 80* 96 102 107 f 118 471 t
 Webb 423 425
 Weberzeugnisse 153
 Weberseltierchen (Amöben) 258
 Wechselschnecken (Muscheln) (Heterodonta) 141* 147 163 166 167* 168* 169 483 t
 Wegschnecken (Arionidae) 112 474 t
 Weichkieferrakken (Bolitaenoidae) 216 488 t
 Weichkorallen 407
 Weichkrake (*Alloposus mollis*) 221
 Weichtiere (Mollusca, Mollusken) 19 ff 27 29 f 32 38 43 f 50 ff 170 185 189 ff 193 f 196 225 f 226* 236 261 415 460 t
 Weidgänger 67 373 f 396 f
 Weinbergsschnecke (*Helix pomatia*) 99* 116 ff 116* 476 t
 Weiße Bohrmuschel [*Barnea candida*] 177* 182 486 t
 – Heideschnecke (*Helicella obvia*) 117 476 t
 Weißer Westindischer Seeigel [*Lytechinus variegatus*] 331 343 f 354 495 t
 Weitmund-Glanzschnecke (*Aeginopella nitens*) 112 475 t
 Weilhornschncke (*Buccinum undatum*) 56* 87* 88 87 k 91 468 t
 Wendeltreppen-Schnecken (Epitonidae) 78 466 t
 Wenigborster 250
 Wenigzählige Muscheln (Adapedonta) 163 168* 177* 179 180 f 485 t
 Werkzeuge 84
 Westindische Schlitzbandschnecke [*Pleurotomaria adansoniana*] 54 463 t
 Westindischer Chiton (*Chiton tuberculatus*) 40 40*
 Wissensschnecken 108
 Wimpergruben 307
 Wimpergürtel 23
 Wimperkanal 42
 Wimperkranz 20 158
 Wimperkranzlarve (Trochophoralarve) 26* 32 42 138 146 158 172
 Wimpern 20 30 f 134 232 247 261 263 278 286 296 f 308 329 343 f 361 364 373 ff 377 f 393 398 400 411 414 419 f 422 424 f 426 430 435 447 453 f
 Wimperorgan 138 414
 Wimperring 417
 Wimperringlarve (Actinotrocha) 227
 Wimperinne 296 299 419
 Wimperschleife (Corona ciliata) 266 ff
 Wimperschnürle 410 f 416 f
 Wimper-Stachel-Apparat 341
 Wimpertierchen (Ciliata) 321 350 381
 Wimpertrichter 231
 Windelschnecken (Vertigidae, Orculidae, Chondrinidae, Pupillidae) 108 117 473 t
 Winterdeckel 108 116 f
 Winterknospen (Hibernacula) 252
 Wirbel [Umbro] 145
 Wirbellose 219 279
 Wirbeltiere (Vertebrata) 21 189 f 200 226* 159 261 273 382 411 f 431 ff 439 f 453 f 457
 Wohnröhre 227 ff 229* 230* 231 f 235 238 250 263 414 414* 417* 417 f 422
 Wunderlampe (*Lycoteuthis diadema*) 188* 208 487 t
 Wundernetz [kapilläres Blutbahnennetz] 308
 Wundverschluss 353
 Wundverschlusssystem 353
 Würmer 129 256* 343 373
 Wurmhelminthologie (*Leptosynapta inhaerens*) 302* 313 315 324 494 t
 Wurmlarve 227
 »Wurmmollusken« 29 33
 Wurmschnecken (Vermetidae) 76 465 t
 Wurzelfüßer 238
 Wurmlochquallen 407
 Wyattia 23
 Xancus pyrum 91 469 t
 »Xerifa« (Forschungsschiff) 175
 Xenophoridae 82 466 t
Xenophorus crispus 82 466 t
Xenoturbella 411 501 t
 – *bocki* 411 501 t
Xylophaga dorsalis (Holzbohrmuschel) 182 486 t
 Yoldia arctica 148 481 t
 – *limatula* 26* 139* 148 481 t
 Yoldiameer 148
 Yonge, Sir C. M. 151
 Ypsilothuria 309 316 493 t
 – *bitentaculata* 301*
 Ypsilothuriidae 309 493 t
 Zackenmuscheln (Tridacnidae) 174 484 t
 Zahlungsmittel 84 143 176 179
 Zahnanordnung, reihige [etenodonte] 147
 –, strahlenförmige [actinodonte] 147
 Zähnnchen [Dentikel] 34
 Zahnlose Muscheln (Anomalodesmacea) 163 178* 183 ff 486 t
 Zahnpapillen 394
 Zahnschnecken (Dentalia, Entalia) 136
 Zahnwale 191
 Zangenbacken 327
 Zangenschildfüße (Falcidens) 460 t
 Zangenseesterne (Forcipulata) 362 364 366 382 387 499 t
 Zangensterne (Forcipulata) 499 t
 Zankleia costata 132
 Zarte Thracie (*Thracia papyracea*) 178* 184 486 t
 Zebrasschnecke (*Zebrina detrita*) 80* 109 473 t
 Zehnarmige Tintenschnecken [Decabrachia] 195 201 209* 213 221 487 t
 Zehnfüßerkrebse 49
 Zeichnungsmuster 130
 Zeichnungsunterschiede 130
 Zellen, neurosensorische 442
 Zellwanderung 249
Zenkevitchiana 430 501 t
 – *longissima* 423 501 t
 Zentralnervensystem 433 446 f 452 454

- Zentralplatte 400
 Zerbrechliche Tellmuschel (*Gastrana fragilis*) 179 485 t
 Zerbrechlicher Schlangensterne (*Ophiothrix fragilis*) 390* 394 398 402 405* 407 485 t
 Zeugobranchia 462 t
 Zierliche Schließmundschnecke (*Clausilia parvula*) 110 474 t
 Zirbeldrüsenanlage 412
Zirfaea crispata [Krause Bohrmuschel] 177* 182 486 t
 Zirren 213* 215 285 287 293 299 f 303 f 454
 Zirrenkanäle 287 f
 Zirrenkrake [*Ozaena cirrosa*] 220 220* 489 t
 Zirrenlose Seelilien (Millericridnida) 288 292* 293 492 t
 Zirrentragende Seelilien (Isocridnida) 288 292* 492 t
 Zirrenträger [Cirrata] 198* 201 215 f 488 t
 Zitherschnecken [*Cythara*] 95 469 t
 Zitronensäure 249 f
 Zoantharia [Krustenanemonen] 76
Zonaria pyrum (Birnen-Porzellanschnecke) 84
 Zonitidae [Glanzschnecken] 112 475 t
 Zonitoidea 475 t
 Zonitoides 112 475 t
 – nitidus [Dunkle Pfeilschnecke] 475 t
 Zoarium (Moostierchenstock) 238 246 248 250
Zoobotryon verticillatum 251* 252 490 t
 Zoid 238 241* 252 421
 Zooxanthellen 175
 Zoroasteridae 499 t
Zospeum 107 472 t
 – alpestre 107 472 t
 – speleum 107 472 t
Zostera 250
 Zottige Laubschnecke [*Trochulus villosus*] 117 476 t
 Zuckerdrüsen 37 47
 Zungenapparat 432
 Zungenlose (Aglossa) 81 101
 Zungenmuschel (*Lingula unguis*) 258 265 491 t
 Zungenmuscheln (*Lingula*) 262 f 263* 491 t
 Zuwachsstreifen 145
 Zweifaltige Schließmundschnecke (*Laciniaria biplicata*) 110 474 t
 Zweigestaltigkeit der Chromosomen 88
 – der Samenzellen (Dimorphismus der Samenzellen) 63
 Zweikiemer (Dibranchiata) 200
 Zweischalenschnecken (Juliidae) 115 126 f 171 477 t
 Zweiseitig-symmetrisch 277 279 f 298 320 326 431
 Zwerghöhlschnecken 70 464 t
 Zwerghornschnecke (*Charychium minimum*) 107
 Zwerg-Idiosepie (*Idiosepius pygmaeus*) 205 487 t
 Zwergkalmare (*Alloteuthis*) 208
 Zwergmännchen 81 221 221* 222 399
 Zwergschnecke (*Punctum pygmaeum*) 111 474 t
 Zwergseeigel (*Echinocyamus pusillus*) 337 343 355 496 t
 Zwergsepia (*Sepiola rondeleti*) 206 487 t
 Zwergwindelschnecke (*Vertigo pygmaea*) 109 473 t
 Zwiebelmuschel (*Anomia ephippium*) 155 482 t
 Zwischenambulacralplatten (Interambulacralplatten) 328 ff 349
 Zwischenwassergefäßsystem 283
 Zwitter 30 50 59 231 245 267 269 279 308 400 420 439
 Zwitterdrüse 52
 Zwitter-Käferschnecke (*Lepidochitona raymondi*) 39 f 461 t
Zygometra 289 492 t
 Zygometridae 289 492 t
 Zygoneura (Jochnerventiere) 266 271
 Zylinderrosen (*Cerianthus*) 237

Fette Seitenzahl verweist auf die Hauptangaben über das Stichwort, * auf Abbildungen, k auf Verbreitungskarten und t auf Tabellen.

Abbildungsnachweis

Tiermaler: R. Großmann [S. 428, 437]. J. Kühn [S. 65/66]. S. Milla [S. 26, 35, 36, 45, 46, 55, 56, 79, 80, 89, 90, 103, 104, 113, 114, 139, 140, 141, 142, 167, 168, 177, 178, 187, 188, 197, 198, 253, 254, 271, 272, 292, 301, 302, 336, 348, 385, 386, 389, 390, 427].

Wissenschaftliche Beratung der Tiermaler: Dr. H. Fechter (Milla). Prof. Dr. O. Kraus (Großmann). Dr. M. Propach (Kühn). Dr. L. v. Salvini-Plawen (Milla).

Farbfotos: Ax [S. 71 unten rechts, 74 unten links und unten rechts, 93, 120 oben links, 312 oben links, 360, 404]. Des Bartlett/Photo Researchers [S. 121]. Bissierot/Photo Researchers [S. 74 oben links und Mitte rechts]. Böck [S. 73 oben rechts]. Burton/Photo Researchers [S. 71 Mitte links, 94 oben links und oben rechts, 223 oben, 455]. Cropp [S. 438]. Fechter [S. 224 Mitte oben und rechts oben]. Fotosub [S. 119 oben rechts, unten links, unten Mitte und unten rechts, 161, 312 oben rechts, 334, 357, 359, 369, 379 unten links, 380 Mitte links, 405]. Haefelfinger [S. 25, 71 oben rechts, Mitte unten rechts und unten links, 74 Mitte oben links und Mitte unten links, 119 Mitte oben und Mitte links, 120 oben rechts, Mitte links, Mitte rechts, unten links und unten rechts, 122 oben, 159 oben, 224 unten links, Mitte unten und unten rechts]. Harstrick/Münchener Internationaler Fotosalon [S. 94

Mitte oben links, Mitte unten rechts, unten links). Harz [S. 94 Mitte oben rechts und unten rechts]. Knorr [S. 234, 281, 312 Mitte und unten, 347]. Köster [S. 71 oben links und Mitte oben rechts, 73 Mitte oben und unten, 224 unten, 233, 282, 291, 311, 333, 345, 379 Mitte links und Mitte rechts, 380 Mitte rechts, 450]. Moosleitner [S. 380 unten rechts, 406]. v. d. Nieuwenhuizen [S. 72 oben, unten links und unten rechts, 73 oben links, 119 in der Mitte, 122 unten links und unten rechts, 159 unten, 160, 223 unten, 358, 379 oben links und oben rechts, 380 oben links und oben rechts]. Östmann [S. 74 oben rechts, 335, 346, 380 unten links]. Paysan [S. 224 oben links]. Pfletschinger [S. 99 Mitte unten und unten rechts]. Piechatzek/Bavaria [S. 162]. Rozendaal [S. 372, 456]. v. Salvini-Plawen [S. 114 beide]. Sauer [S. 243]. Schrempf [S. 94 Mitte unten links, 403, 449]. Siedel [S. 99 unten links]. Siegel [S. 99 oben]. Sillner [S. 119 oben links, 370, 379 unten rechts]. Suominen/Anthony [S. 72 Mitte unten]. Temme [S. 244]. Thau/ZFA [S. 371]. V-Dia [S. 119 Mitte rechts]. Wölk/ZFA [S. 100].

Schwarzweißzeichnungen nach Vorlagen und Angaben unserer Verfasser: Diller [S. 274 bis S. 408]. Engstfeldt [S. 29 bis S. 225, S. 266 bis S. 273 und S. 409 bis 430]. Kühn [S. 431 bis S. 457 und sämtliche Verbreitungskarten]. Dr. Popp [S. 226 bis S. 265].

Abkürzungen und Zeichen

C.S.I.R.O. . . .	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (Wissenschaftliche und Industrielle Bundesforschungsorganisation, Australien)	KL	Körperlänge
f.	folgende (Seite)	SchL	Schalenlänge
ff.	folgende (Seiten)	♂	männliches Tier
GL	Gesamtlänge	♂♂	männliche Tiere
i. e. S.	im engeren Sinn	♀	weibliches Tier
i. w. S.	im weiteren Sinn	♀♀	weibliche Tiere
I.R.S.A.C. . . .	Institut pour la Recherche Scientifique en Afrique Central (Wissenschaftliches Forschungsinstitut in Zentralafrika, Kongo)	♂♀	Paar
I.U.C.N.	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (Internationale Union für den Schutz der Natur und der natürlichen Hilfsquellen)	†	fossile Formen oder Gruppen
		▷	nächste (= gegenüberstehende) Farbseite
		▷▷	übernächste Farbseite oder Farbdoppel- seite
		▷▷▷	dritte Farbseite oder Farbdoppelseite (usw.)

**GRZIMEKS
TIERLEBEN**

BAND 3

WEICHTIERE STACHELHÄUTER

Weichtiere · Stachelweichtiere

Schalenweichtiere · Napfschaler · Schnecken

Grabfüßer und Muscheln · Kopffüßer · Kranzfühler: Hufeisenwürmer,

Moostierchen und Armfüßer · Pfeilwürmer · Stachelhäuter

Seelilien und Haarsterne · Seewalzen · Seeigel · Seesterne

Schlangensterne · Kragentiere und Armträger

Chordatiere · Manteltiere und Schädellose

• Systematische Übersicht • Deutsch/lateinisch-englisch-französisch-russisches Tierwörterbuch • Register

BECHTERMÜNZ